

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN-TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“ENSAYOS DE DOS HONGOS ENTOMÓPATOGENOS
PARA EL CONTROL DE *Empoasca Kraemeri* EN PIÑÓN
BLANCO, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO,
SAN MARTÍN”.**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

José Luis Grández Shupingahua

TARAPOTO - PERÚ

2010

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN- TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ESCUELA ACADÉMICO – PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“ENSAYO DE DOS HONGOS ENTOMOPATÓGENOS
PARA EL CONTROL DE *Empoasca kraemeri* EN PIÑÓN
BLANCO, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO,
SAN MARTÍN”.**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

José Luis Grández Shupingahua

TARAPOTO – PERÚ

2010

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO – PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS

**“ENSAYO DE DOS HONGOS ENTOMOPATÓGENOS
PARA EL CONTROL DE *Empoasca kraemeri* EN PIÑÓN
BLANCO, EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO,
SAN MARTÍN”.**

TESIS

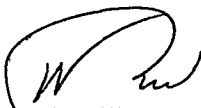
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

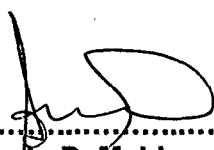
INGENIERO AGRÓNOMO


PRESENTADO POR EL BACHILLER:


José Luis Grández Shupingahua

Miembros del Jurado


.....
Ing. MSc. Winston Franz Rios Ruiz
Docente – UNSM
Presidente


.....
Ing. Segundo D. Maldonado Vásquez
Docente – UNSM
Miembro


.....
Ing. Maria Emilia Ruiz Sánchez
Docente – UNSM
Miembro


.....
Ing. MSc. Manuel S. Doria Bolaños
Asesor

TARAPOTO – PERÚ

2010

DEDICATORIA

A mis padres

**Orlando Grández Tuesta y Teresa
Shupingahua Amasifén por los
sacrificios realizados para impulsar mi
desarrollo personal y profesional**

A mis hermanas

**Gina Aylé, Teresa, Ana Indira, por su
solidaridad, motivación y apoyo
incondicional.**

**A Dios por guiar mis pasos,
mantenerme con la salud y darme la
oportunidad de realizar una carrera
universitaria.**

**A mis amigos que de alguna u otra
manera contribuyeron en la
elaboración y ejecución del trabajo de
investigación.**

AGRADECIMIENTO

- 1. Al Ingeniero Agrónomo Manuel Santiago Doria Bolaños, Catedrático Asociado de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, Asesor del presente trabajo de Investigación.**
- 2. Al Ingeniero Agrónomo Juan Manuel Flores Ramírez, responsable de área agrícola de la empresa Francisco Tello Peru S.A.C, por brindarme las facilidades para poder realizar el trabajo de investigación.**
- 3. Al Ingeniero Agrónomo Andrés Sixto Ponciano, Jefe del Área de Sanidad Vegetal en SENASA, por su incondicional apoyo, orientación y respaldo durante el tiempo de realización del trabajo de investigación.**
- 4. Al Biólogo Jorge Carlos Silva Rengifo, Especialista en Sanidad Vegetal de SENASA, por su oportuna e invaluable colaboración, orientación y apoyo para la realización del trabajo de investigación.**
- 5. Al Biólogo Francisco Palomino Palomino, Director de SENASA, por su colaboración, orientación y apoyo para la realización del trabajo de investigación.**
- 6. Al Ingeniero Percy Díaz Chuquizuta, por el apoyo en el análisis estadístico del proyecto de investigación.**
- 7. A los docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias (Agronomía), por haber contribuido en mi desarrollo profesional y por los conocimientos impartidos en las aulas de clase.**
- 8. A todos los trabajadores de la empresa Francisco Tello Peru S.A.C. por el apoyo incondicional durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.**

RESUMEN

El piñón blanco en los últimos años ha empezado a obtener mayor interés en la región San Martín, ya que es una importante fuente de energía (Biodiesel), que en el futuro podría reemplazar al petróleo, la introducción del piñón como cultivo en la región San Martín es nueva, por eso que los problemas de plagas, enfermedades, suelo, etc; van a estar presentes, el trabajo de investigación lleva como título "Ensayo de dos hongos entomopatógenos para el control de *Empoasca kraemeri* en piñón blanco, en el distrito de la Banda de Shilcayo, San Martín" y tiene como objetivos "Determinar el efecto a diferentes dosis de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de cigarrita verde (*E. kraemeri*), en el cultivo de piñón blanco (*Jatropha curcas*)", como segundo objetivo es "Observar la esporulación de los hongos entomopatógenos *B. bassiana* y *M. anisopliae* sobre cigarrita verde (*E. kraemeri*), para determinar el porcentaje de esporulación", ya que viene causando problemas en el desarrollo de la planta.

El trabajo se realizó en las parcelas demostrativas de la empresa Francisco Tello Perú S.A.C, se utilizó dos hongos entomopatógenos *B. bassiana* y *M. anisopliae* en diferentes dosis (Dosis baja = 2 bolsas ó 1,6 kg. x 200 litros de agua; Dosis media = 3 bolsas ó 2,4 kg. x 200 litros de agua; Dosis alta = 4 bolsas ó 3,2 kg. x 200 litros de agua), en donde la concentración del hongo fue 1.0×10^{10} conidias/g., agregando a ello 100 cc de aceite agrícola, la cantidad de tratamientos fueron 6, se realizó una primera aplicación, previo a ello se hizo una evaluación poblacional de cigarrita verde en la parcela, la segunda aplicación se realizó después de 16 días después de la primera aplicación, en donde se evaluó la cantidad de insectos colectados a los 2, 9, 16 días después de la primera aplicación, luego a los 2 y 9 días después de la segunda aplicación; también se evaluó el porcentaje de esporulación que fue en el laboratorio del Servicio Nacional de sanidad Agraria (SENASA) a los 5, 12, 19 días después de la primera aplicación, luego a los 5 y 12 días después de la segunda aplicación de los hongos entomopatógenos, obteniendo como resultados que la dosis T5 (*M. anisopliae* a dosis media = 3 bolsas ó 2,4 kg. x 200 litros de agua), obtuvo 17,8 cigarritas en promedio por parcela, lo que nos indica que es la dosis que obtuvo mayor efecto en el control de

cigarrita verde; con respecto a la dosis que reportó mayor esporulación en los insectos evaluados, fue T6, (*M. anisopliae* + Dosis alta = 4 bolsas ó 3,2 kg. x 200 litros de agua), quien reportó un mayor porcentaje, con 72,8 %.

Palabras Claves: Piñón blanco, Biodiesel, Hongos entomopatógenos, Conidias, Dosis, Esporulación, Cigarrita verde.

SUMMARY

In recent years, the barbados nut (*Jatropha curcas*) has begun to attract more interest in the San Martín region, because it is an important source of energy (biodiesel) that could replace oil in the near future. The introduction of the barbados nut as a crop in the San Martín region is new, therefore, problems of pests, diseases, soil, etc., will be present. For this reason, the research project conducted is titled "Test of two entomopathogenic fungi for control of *Empoasca kraemeri* white gear in the Banda district of Shilcayo, San Martín" intended to determine the effect of different dosages of entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*, in the cultivation of barbados nut (*Jatropha curcas*), to control leafhoppers (*Empoasca* sp.), as they cause problems in the development of the plant.

The study was conducted in the demonstration plots of the company Francisco Tello Peru SAC. Two entomopathogenic fungi (*Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*) were used at different doses (low dose = 2 or 1.6 kg bags x 200 liters of water; medium dose = 3 or 2.4 kg bags x 200 liters of water, high dose = 4 or 3.2 kg bags x 200 liters of water), where the fungus concentration was 1.0×10^{10} conidia / g, adding to 50 cc of agricultural oil. The numbers of treatment were 6. Before the first application was made, there was a population assessment of leafhoppers in the plot; the second application was made after 15 days later. The number of insects collected were evaluated at 2, 9, 16 days after the first application, and then at 2 and 9 days after the second application. Also, the percentage of sporulation (laboratory) was evaluated at 5, 12, 19 days after the first application, and then at 5 and 12 days after the second application of entomopathogenic fungi. The results concluded that the dose T5 (*Metarhizium anisopliae* to medium dose = 3 or 2.4 kg bags. x 200 liters of water), obtained 17.8 of leafhoppers on average per plot, which indicates that it is the dose that achieved the greatest effect on control of leafhoppers. In respect to the dose that reported a higher sporulation in insects evaluated was T6 (*Metarhizium anisopliae* + high dose = 4 or 3.2 kg bags. x 200 liters of water), which reported the highest percentage, 72.8%.

Key Words: White pinion, Biodiesel, green cicada Entomopathogenic fungi sporulation.

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	01
II. OBJETIVOS	03
III. REVISIÓN DE LITERATURA	04
3.1. CULTIVO DE PIÑON BLANCO (<i>Jatropha curcas</i>).	04
3.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	04
3.3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA	04
3.4. USOS.	07
3.5. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS HONGOS ENTOMOPATOGENOS	08
3.6. CARACTERÍSTICAS DEL HONGO ENTOMOPATÓGENO <i>Beauveria bassiana</i> (Bals.) Vuill	15
3.7. CARACTERÍSTICAS DEL HONGO ENTOMOPATÓGENO <i>Metarhizium anisopliae</i> (Sorok)	18
3.8. TRABAJOS REALIZADOS CON <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Metarhizium anisopliae</i>	21
3.9. CIGARRITA VERDE <i>Empoasca kraemeri</i> Ross & Moore	23
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	26
4.1. MATERIALES	26
4.2. METODOLOGIA	27
V. RESULTADOS	33
VI. DISCUSION DE RESULTADOS	50
VII. CONCLUSIONES	62
VIII. RECOMENDACIONES	63
IX. BIBLIOGRAFIA	64

ANEXOS

I. INTRODUCCIÓN.

La introducción comercial del cultivo de Piñón blanco (*Jatropha curcas* L.) como fuente de energía renovable trae consigo los siguientes beneficios: contribución al desarrollo económico, social y ambiental, la generación de empleo y la reducción de emanaciones de gases contaminantes.

Uno de los factores que limita la producción de los cultivos son las plagas agrícolas. El uso indiscriminado de productos químicos ha traído como consecuencia la selección de individuos resistentes, la resurgencia de nuevas plagas, la contaminación ambiental y del hombre, el piñón no es ajeno a ello, debido a que anteriormente solo era utilizado como planta medicinal y en los cercos de las huertas, pero no era cultivado en grandes extensiones, pero ahora que es un cultivo de mucho interés para la producción de biocombustibles no solo en la región San Martín, hace que se esté cultivando en grandes extensiones y muchas veces como monocultivo, eso conlleva de que tanto plagas como enfermedades puedan atacar con mucho mas facilidad al cultivo de piñón.

En ese sentido los intentos de controlar plagas utilizando entomopatógenos se ha incrementado enormemente, sobre todo en las últimas décadas; por lo que se plantea la hipótesis de que los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* ejerce efecto entomopatogénico sobre "cigarrita verde" (*Empoasca kraemeri*), ya que viene siendo uno de los problemas que está afectando al cultivo de piñón y que influye en el desarrollo normal de la planta.

El presente trabajo consiste en determinar el efecto de los hongos entomopatógenos a diferentes dosis y determinar cual de las dosis es la mas eficiente para el control de cigarrita verde (*Empoasca kraemeri*) en el cultivo de piñón (*Jatropha curcas*), al mismo tiempo observar la esporulación de cada uno de los tratamientos y determinar el que obtuvo el mejor porcentaje de esporulación.

II. OBJETIVOS

- 2.1. Determinar el efecto a diferentes dosis de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para el control de cigarrita verde (*Empoasca kraemerii*), en el cultivo de piñón blanco (*Jatropha curcas*).
- 2.2. Observar la esporulación de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* sobre cigarrita verde (*Empoasca kraemerii*), para determinar el porcentaje de esporulación.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. CULTIVO DE PIÑÓN BLANCO (*Jatropha curcas*).

TORRES (2007), menciona que el piñón blanco es una oleaginosa de porte arbustivo con más de 3500 especies agrupadas en 210 géneros, originaria de México y Centroamérica, pero crece en la mayoría de los países tropicales. Se la cultiva en América Central, Sudamérica, Sureste de Asia, India y África.

Nombre común en distintos países:

Piñón, tempate, yupur, coquito, capate, piñoncito, piñol, piñón botija, piñones purgativos, higo de infierno, purga de fraile, Tua tua, piñón de purga, piñón de cerca, purgueira, pinhao croá, etc.

3.2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

TORRES (2007), menciona que la clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino	: Plantae
Subreino	: Tracheobionta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
SubClase	: Rosidae
Orden	: Euphorbiales
Familia	: Euphorbiaceae
Género	: <i>Jatropha</i>
Especie	: <i>curcas</i>
N. Científico	: <i>Jatropha curcas</i>

3.3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA.

GONZÁLEZ (2008), dice que el piñón o *Jatropha curcas* aparentemente es un cultivo originario de México y Centroamérica. Según algunos autores, es originario de Brasil e inclusive algunos lo nombran como originario del Paraguay. Actualmente, el nombre de esta planta es muy reconocida, debido a

que de sus frutos se obtiene el biodiesel y dan un interesante rendimiento por hectárea. Esta planta es utilizada para dar sombra, gracias a su rápido crecimiento y su multiplicación, es generalmente en forma vegetativa, por ramas.

CALZADA (1980), describe que *Jatropha curcas* es un arbusto de 2 a 6 m de altura de corteza blanca grisácea. Raíz: normalmente tiene cinco raíces una central y cuatro periféricas. Tallo: crece con una discontinuidad morfológica es cilíndrico de color verdoso y produce ramas con savia láctea.

La hoja; son grandes y tienen entre cinco y siete lóbulos poco profundos y pecíolos largos que miden entre 5 a 35 cm como se muestra en la **Foto N° 1**. Éstas se colocan en forma alterna y se caen en época seca o cuando hay demasiada humedad.



Foto N° 1

Hojas (Fuente: León 1987)

La Flor; por ser una planta monoica presenta los órganos masculinos y femeninos en la misma planta, las inflorescencias se forman terminalmente en el axial de las hojas en las ramas como se puede observar en la **Foto N° 2**.

Ambas flores, son pequeñas (6 – 8 mm), de color verdoso amarillo en el diámetro pubescente. Cada inflorescencia cuajada muestra un racimo de aproximadamente 5 – 10 frutos.

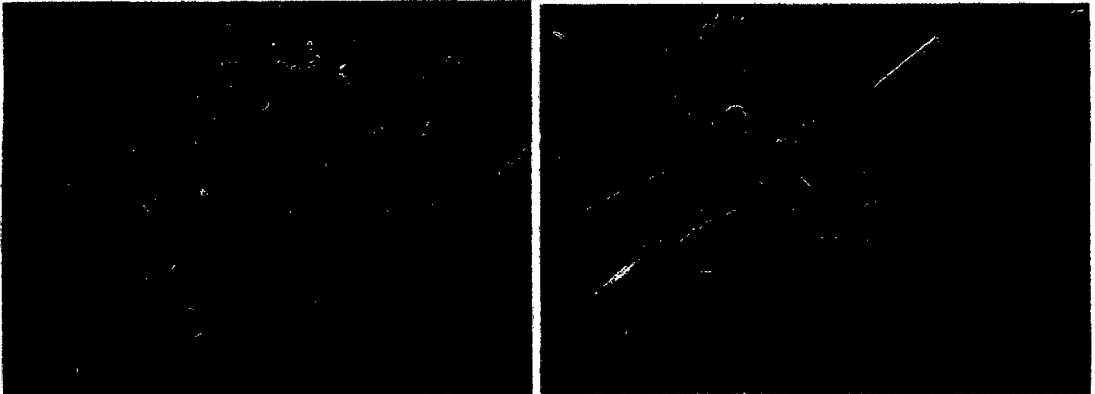


Foto N° 2

Floración en planta de *Jatropha* (Fuente: Alfonso 2008)

Los frutos; son cápsulas drupáceas y ovoides, después de la polinización, se forma una fruta trilocular de forma elipsoidal. Al inicio son frutos de color verde, luego van tornándose amarillos y finalmente de color café oscuro o negro. Cada inflorescencia rinde un racimo de aproximadamente nueve fruto así como se muestra en la **Foto N° 3**.



Foto N° 3

Frutos de *Jatropha* (Fuente: Echeverría 2007)

El fruto produce 3 semillas de color negro como se observa en la **Foto N° 4**. Las dimensiones promedio son de 20,15 mm de longitud y 11,04 mm de ancho 1000 semillas pesan 644 g y un kilogramo contiene 1 553 semillas (**Echeverría 2007**).



Foto N° 4

Semillas de *Jatropha curcas* (Fuente: Alfonso 2008)

PROPAGACIÓN DEL CULTIVO

LEÓN (1987), menciona que el piñón puede ser propagado por semilla y estacas, pero hay que tener cuidado que el material provenga de madres seleccionadas sanas y de buena productividad. Las plantas provenientes de semilla auguran una longevidad de 30 a 50 años. Las propagadas por estacas son menos resistentes a la sequía por falta de raíz vertical lo que en muchos casos conlleva a una menor longevidad.

3.4. USOS.

TORRES (2007), menciona que los productos derivados de la *Jatropha curcas* son:

El Aceite vegetal; se obtiene del prensado de las semillas, es de uso directo para más de 400 productos en la Industria Química como se muestra en el **Cuadro N° 1**.

El mayor impacto es su uso para la obtención del BIODIESEL.

Los estudios se han enfocado en el cultivo para la producción de biodiesel, sin embargo, se han comprobado varias de sus aplicaciones médicas como su actividad antiviral, principalmente contra el virus del Herpes (citomegalovirus), su actividad hemostática, la antibacteriana (*Staphylococcus aureus*), su efecto antitumoral y que su ingesta provoca infertilidad (**Martínez 2011**).

Cuadro N° 1: Usos del aceite de *Jatropha curcas*.

INDUSTRIALES	MEDICINALES
Lubricante.	Dolor de diente y reumatismo.
Bio – Diesel.	Purgante.
Glicerina.	Afecciones de la piel.
Feromonas.	Curar la tos.
Producción de laca.	Controla bacterias de los géneros <i>Streptococcus</i> , <i>Staphylococcus</i> & <i>E. Coli</i> .
Producción de jabones.	
Alimento para peces.	
Alimento para ganado.	Útil para curar heridas, por sus propiedades coagulantes.
Fertilizante.	
Insecticida.	

Fuente: CEPROBI 2006

La Torta de la molienda; es utilizada para fertilizante. No obstante si se desintoxica la misma (por técnicas biotecnológicas) como se muestra en la Imagen N° 1, su destino es para alimento de animal bovino, porcino y aves de corral, ya que es rica en minerales y proteínas.

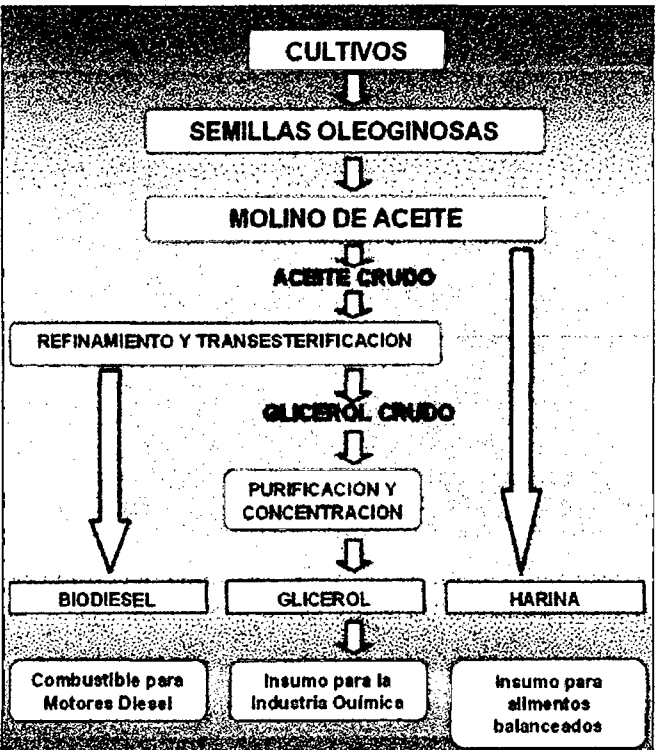


Imagen N° 1: Usos del cultivo de piñón blanco (Fuente: Joerdens 2007)

3.5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS HONGOS ENTOMOPATOGENOS

SENASA (2010), menciona que los hongos entomopatógenos, son microorganismos que viven a expensas de insectos de diferentes órdenes en forma natural, no causan daño al hombre, animales ni plantas. Requieren una adecuada humedad, pH y temperatura para su natural dispersión e infección, dependiendo de cada especie de hongo. Los hongos entomopatógenos actúan por contacto en los diferentes estadios de los insectos plaga. Las conidias, son las unidades infectivas, penetran al cuerpo del insecto, produciéndole disturbios a nivel digestivo, nervioso, muscular, respiratorio, excretorio, etc.; es decir el insecto se enferma, deja de alimentarse y posteriormente muere. La muerte puede ocurrir a los tres a cinco días, dependiendo de la virulencia del hongo y estadio del insecto.

3.5.1. Factores que influyen en el establecimiento y acción de Hongos Entomopatógenos

Los factores ambientales cumplen una función esencial en la iniciación y desarrollo o en la prevención y supresión de las epizootias naturales afectando las condiciones fisiológicas del hospedante, su densidad y distribución espacial y temporal. El mayor problema es que pocos estudios se refieren al microclima del cultivo que es el que directamente influye sobre los patógenos. Esto explica la complejidad del tema y las múltiples interacciones posibles como para poder cuantificar, con más precisión, el efecto del microclima natural sobre los entomopatógenos (**Lecuona, 1996**).

Los principales factores ambientales que afectan la eficiencia de los hongos entomopatógenos como agentes de control biológico son: humedad relativa, temperatura, suelo, agroquímicos.

a. Humedad Relativa (HR)

Es un factor de gran importancia, tanto para el hospedante como para el patógeno. Tiene efecto sobre la germinación, penetración y para la reproducción de los hongos entomopatógenos.

Se requiere de humedad relativa alta para la germinación del hongo entomopatógeno, menciona también que la mayor germinación ocurre al 100% de humedad relativa y disminuye a 0 al 85% de HR, niveles altos de HR son necesarios para la esporulación (**Lecuona, 1996**).

b. Temperatura (T)

LECUONA (1996), dice que la temperatura puede afectar la estabilidad de los patógenos en el almacenamiento, durante las aplicaciones en el campo y en su ocurrencia natural en el agroecosistema. Los entomopatógenos no poseen condiciones biológicas para defenderse de las grandes variaciones de temperatura, y puede ser limitante para varios microorganismos.

El rango favorable de temperatura para los diferentes grupos de entomopatógenos varía entre 20 y 30 °C, sin embargo, existe una temperatura ideal para cada patógeno y para cada fase del ciclo de la relación con su hospedante. La temperatura es uno de los factores abióticos más importantes para los hongos entomopatógenos, debido a que puede afectar la germinación de las esporas, el desarrollo y penetración del tubo germinativo y la colonización y reproducción (**Lecuona, 1996**).

c. Suelo

El suelo puede abrigar tanto a los insectos como a los entomopatógenos y es un ambiente complejo donde los microorganismos sufren la acción de los factores bióticos y abióticos, que dan como resultado una mayor o menor permanencia de

acuerdo a las condiciones de campo. Los hongos entomopatógenos pueden vivir en el suelo por periodos variables después de parasitar insectos puede permanecer colonizando el cadáver por un periodo relativamente largo a la espera de un nuevo hospedante. La mayor parte de sus conidios difícilmente conseguirán sobrevivir por más de tres meses en los diferentes tipos de suelo (**Lecuona, 1996**).

d. Los agroquímicos y su efecto sobre los entomopatógenos

LECUONA (1996), menciona que la susceptibilidad de los entomopatógenos a los agroquímicos puede variar de acuerdo con el grupo y cepa del patógeno, con la naturaleza química del producto y con la dosis empleada. Existen sustancias que son letales para los microorganismos, otras poseen efecto fungistático o bacteriostático y finalmente productos que en dosis normales y/o subletales pueden favorecer su crecimiento, reproducción y virulencia.

3.5.2. Las Principales Ventajas de estos Hongos Entomopatógenos

CAÑEDO y AMES (2004), mencionan que las ventajas de los hongos entomopatógenos son las siguientes:

- a. Presentan grados variables de especificidad, pueden ser específicos a nivel de familia o especies muy relacionadas. En el caso de las cepas, pueden ser específicas a nivel de especie, sin afectar a los enemigos naturales.
- b. Si el entomopatógeno encuentra las condiciones adecuadas para introducirse y colonizar un ecosistema, se reproduce y renueva en forma continua, es decir, se vuelve persistente, haciendo innecesarias nuevas aplicaciones.
- c. Se pueden aplicar mezclas de hongos entomopatógenos con dosis sub letales de insecticidas para lograr efectos sinérgicos superiores a los logrados con aplicaciones de cada producto por separado.

- d. No contaminan el medio ambiente ni afectan al hombre u otros animales superiores.
- e. Cuando el hongo no llega a causar la muerte directamente, se presentan efectos secundarios que alteran el normal desarrollo del ciclo de vida del insecto.

3.5.3. Las Principales Desventajas de estos Hongos Entomopatógenos

VERA y CISNEROS (1997), mencionan también que estos hongos entomopatógenos tienen desventajas y son las siguientes:

- a. Sensibilidad a la variación de las condiciones climáticas como temperaturas extremas, desecación y luz ultravioleta. Estas limitantes están siendo contrarrestadas mediante el uso de aditivos (protectores solares, aceites, antidesecantes).
- b. Requieren de condiciones de almacenamiento más exigentes que las moléculas inorgánicas, para evitar que pierdan su patogenicidad.
- c. En general, los insecticidas biológicos no matan instantáneamente. Alcanzan buenos niveles de control entre una y tres semanas después de la aplicación, dependiendo de la plaga y del ambiente. Sin embargo, el insecto deja de ser plaga al ser parasitado por el hongo, deja de alimentarse mucho antes de morir, disminuyendo el daño.

3.5.4. Mecanismo de infección de los hongos entomopatógenos

La enfermedad producida por hongos se llama micosis. **Tanada y Kaya (1993)**, mencionan que el desarrollo de la micosis puede ser separado en tres fases así como se observa en la **Imagen N° 2**:

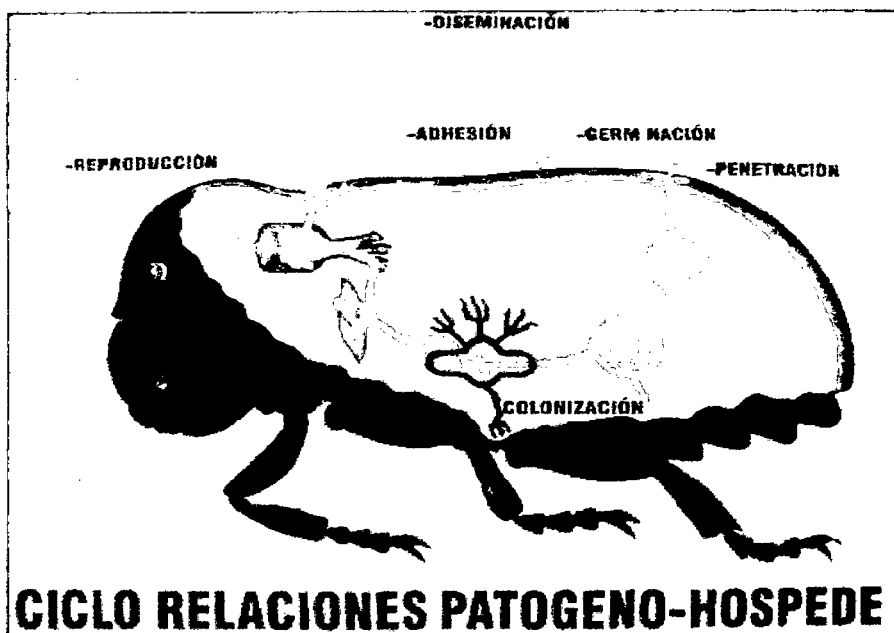


Imagen Nº 2: Fases de Infección de los Hongos Entomopatógenos (Fuente: Servicio Nacional de Sanidad Agraria – SENASA 2008)

- **Adhesión y germinación de la espora en la cutícula del insecto**

El proceso de adhesión, dependiendo del hongo, puede ser un fenómeno específico o no específico. Mientras que la germinación de las esporas es un proceso mediante el cual una espora emite uno o varios pequeños tubos germinativos que al crecer y alargarse da origen a las hifas, este proceso depende de las condiciones de humedad y temperatura ambiental. En menor grado la luz condiciona el ambiente alimenticio. La espora que germina en el insecto forma un tubo germinativo el cual funciona como una hifa de penetración de la cutícula. También puede producir una estructura llamada apresorio, la cual ayuda a la adhesión de la espora. El éxito de la germinación y penetración no dependen necesariamente del porcentaje de germinación sino del tiempo de duración de la germinación, modo de germinación, agresividad del hongo, tipo de espora y susceptibilidad del hospedante (**Samson, y otros, 1988**).

Los hongos, además, pueden infectar a los insectos a través de las aberturas corporales como son cavidad bucal, espiráculos y otras aberturas externas. Las esporas pueden germinar rápidamente en estos ambientes por ser húmedos. Cuando lo hacen en los fluidos

digestivos, pueden destruir a la hifa germinativa. En este caso, el insecto no muere de micosis sino a causa de las toxinas.

- **Penetración dentro del hemocele**

Esta penetración por parte de la hifa es el resultado de la degradación enzimática de la cutícula y la presión mecánica ejercida por el tubo germinativo. Además, depende de las propiedades de la cutícula, grosor, esclerotización, presencia de sustancias nutricionales y antifungosas (**Charnley, 1984**) y estado de desarrollo del insecto. En este caso, el hongo debe vencer el sistema inmunológico del hospedante antes de entrar a la hemolinfa y desarrollarse dentro del insecto.

- **Desarrollo del hongo que resulta en la muerte del insecto**

Luego de que llegue al hemocele, el hongo puede evitar la defensa inmune del insecto produciendo células parecidas a levaduras, llamadas, blastosporas, que se multiplican y dispersan rápidamente, desarrollando protoplastos, elementos discretos ameboideos, sin pared celular que no son reconocidos por los hemocitos del hospedante (**Pérez, 2004**) y produciendo micotoxinas (**Tanada y Kaya, 1993**). La dispersión de éstos en el hemocele depende de la especie del hongo.

La muerte del insecto se produce con mayor rapidez cuando es afectado por un hongo entomopatógeno que produce cantidades considerables de toxinas, ya que se adiciona la toxemia a la destrucción de los tejidos y a las deficiencias nutricionales.

A continuación del crecimiento del hongo en el hemocele, se producen los síntomas fisiológicos del insecto afectado como convulsiones, carencia de coordinación y comportamientos alterados (deja de alimentarse, reduce su movimiento), entra en un estado letárgico y finalmente muere, lo que puede ocurrir relativamente

rápido o en unos cuantos días. Los hongos pueden producir sustancias antibacterianas que alteran la coloración del cadáver (Ferrón, 1978).

3.6 CARACTERÍSTICAS DEL HONGO ENTOMOPATÓGENO *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill

a). Distribución geográfica

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE (1979), menciona que el hongo *Beauveria bassiana* se encuentra distribuido por todo el mundo, de forma saprofítica y parásita atacando mayormente a insectos del orden Coleóptera y Lepidóptera.

b). Taxonomía

ALEXOPOULUS (1985), menciona que este hongo se encuentra clasificado como:

Reino	: Mycetae (Fungi)
Sub Reino	: Eucariota
División	: Deuteromicota
Clase forma	: Deuteromicete
Orden forma	: Moniliales
Familia	: Moniliaceae
Género	: <i>Beauveria</i>
Especie	: <i>bassiana</i>
N. Científico	: <i>Beauveria bassiana</i>

c). Descripción

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE (1979), describe que *B. bassiana* difiere de *B. brongniartii* por las células conidiógenas en forma de racimo, donde la conidia es globosa.

BARNETT Y HUNTER (1988), indican que entre *Beauveria bassiana* y *B. brongniartii*, siendo la primera la más conocida y estudiada, está presente en la mayoría de los suelos del mundo; las colonias crecen en agar-papa-dextrosa o agar-malta a 14 días a 23°C, cuya forma es aterciopelada o polvorienta. Los conidióforos son abundantes, desarrollándose de hifas vegetativa; las conidias son hialinas, aplanadas, globosas y ampliamente elipsoidales.

d). Acción entomopatogénica del hongo

VERA y CISNEROS (1997), mencionan que la acción entomopatogénica del hongo comprende dos fases: una patogénica y otra saprofítica. La fase patogénica o infectiva ocurre cuando las conidias entran en contacto con el tejido vivo del hospedero y en condiciones de humedad adecuada (85%) las conidias germinan y penetran a través de la cutícula del insecto o por los apéndices bucales y se desarrolla el micelio en el cuerpo del insecto. La cutícula del insecto está constituida por proteína, quitina y lípidos, sustancias orgánicas muy resistentes, que son desnaturalizadas por enzimas producidas por el hongo.

TORRES (1993), menciona que una vez que el hongo se desarrolla en el punto de infección, produce toxinas que se difunden en el celoma, a través de la hemolinfa y causa la muerte. Después de causada la muerte, se inicia la fase saprofítica, donde el hongo se desarrolla profusamente sobre el cadáver, en condiciones de humedad apropiadas, produciéndose gran cantidad de conidias, que son los propágulos para iniciar una nueva infección.

CASTELLANOS (1997), menciona que la patogenicidad del hongo sobre los insectos depende de una compleja relación entre la habilidad del hongo para penetrar la cutícula y la fortaleza del sistema inmunológico del insecto para prevenir el desarrollo del hongo. Esta relación se debe a factores muy concretos incluidos las diferencias cuticulares, la penetración cuticular y las reacciones inmunes; donde el desarrollo del hongo sobre el insecto puede

ser influenciado por la eficacia de los hemocitos en encapsular y melanizar el patógeno.

BIO-NICA (2010), menciona que el propágulo infectivo del hongo (conidia) se deposita en la superficie del insecto (exoesqueleto) adhiriéndose a la misma (fase de adhesión), a continuación aparece el tubo germinativo (fase de germinación) y a partir de él, se desarrolla el apresorio, una estructura celular que ejerce presión contra las capas cerosas del exoesqueleto, al mismo tiempo que libera varios tipos de enzimas (quitinasas, cutinasas) las cuales producen la histólisis de los tejidos ablandándolos y permitiendo la infección del hongo (fase de infección). Dentro del hemocele el hongo coloniza y se dispersa en la hemolinfa, emitiendo al medio metabolitos secundarios del tipo micotóxico (beauvericina) los cuales afectan diferentes actividades fisiológicas y órganos vitales del insecto hasta producirle la parálisis y posteriormente, su muerte en un lapso variable de entre 4 y 8 días como se observa en la **Foto N° 5**. Finalmente el hongo concluye su ciclo al colonizar externamente al cadáver del insecto y producir y liberar al medio millones de conidias infectivas, que funcionarán como inóculo secundario para infectar a otros individuos.



Foto N° 5

Insectos infectados con *Beauveria bassiana* (Fuente: SOLAGRO SAC, 2009)

e). Usos de *Beauveria bassiana*

SIRJUSINGH Y OTROS. (1992), hace mención que en Martinico se logro una mortalidad mas alta con razas de *B. bassiana* locales aisladas de *Cosmopolites sordidus*, que con razas exóticas aisladas de *Leptinotarsa decemlineata*.

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE (1979), menciona que *Brongniart* en 1891, colectó un hongo que parasitaba langostas migratorias, lo describió y no le puso nombre. Sacardo en 1892, lo nombró *Botrytis brongniartii* y Pech, en 1926, lo transfirió al género *Beauveria*. En la actualidad, la especie esta reconocida como *Beauveria brongniartii*.

WAINWRIGHT (1995), indica que *Beauveria bassiana* es uno de los entomopatógenos más estudiados. En China se produce en comunas para el control del perforador europeo del maíz (*Ostrinia nubillalis* Hubner), saltamontes verde (*Turpilla opaca* Brunn.) y la oruga de los pinos (*Lymanthria dispar* L.). En la Unión Soviética se produce con el nombre de Boverin como agente biológico de control de la polilla del manzano (*Cydia pomonella* L.).

3.7. CARACTERÍSTICAS DEL HONGO ENTOMOPATÓGENO *Metarhizium anisopliae* (Sorok)

a). Taxonomía

ALVES Y OTROS (1996), describen a este hongo de la siguiente manera:

Reino	: Mycetae (Fungi)
Sub Reino	: Eucariota
División	: Deuteromycota
Sub División	: Deuteromycotina
Clase	: Hyphomicetos
Sub Clase	: Hyphomicetidae
Orden	: Moniliales
Familia	: Moniliceae
Género	: <i>Metarhizium</i>
Especie	: <i>anisopliae</i> (Sorok)
N. Científico	: <i>Metarhizium anisopliae</i> (Sorok)

b). Características generales

ALVES Y OTROS (1996), sostienen que este género es patógeno de más de 200 especies de 7 órdenes, a través de la producción de la muscardina verde y se caracteriza por la formación de varios conidios sobre el esterigma. En ésta especie ocurre con frecuencia heterokariosis, dando como resultado muchas diferencias en cuanto a la virulencia de las variedades; produciendo quitinasa, lipasa y proteasa para la penetración de la cutícula y vía bucal; originando la muerte de los insectos debido a la pérdida de los nutrientes y por la acción de las toxinas **Destruxinas A** y **Destruxinas B**, las cuales son peptídicos cíclicos.

c). Acción entomopatógena

SOLAGRO S.A.C (2009), menciona que; las conidias germinan y el micelio penetra al cuerpo del insecto. A través de orificios naturales o por la producción de enzimas extracelulares como proteasas (subtilisima PRI) y quitinasas.

Libera toxinas como dextruxina A y B que ayudan a digerir la hemolinfa del insecto, ocurriendo luego la esporulación sobre el cuerpo muerto así como se muestra en la **Foto N° 6**.

HAJEK y LEGER, (1994), mencionan que este hongo se encuentra en la naturaleza, en rastros de cultivos, estiércol, en el suelo, las plantas, etc., logra buen desarrollo en lugares frescos, húmedos y con poco sol. Los hongos entomopatógenos constituyen el grupo de mayor importancia en el control biológico de insectos plaga, principalmente en los chupadores o succionadores ya que estos no pueden ingerir patógenos que infectan a través del tracto digestivo



Foto N° 6

Insectos infectados con *Metarhizium anisopliae* (Fuente: SOLAGRO S.A.C 2009)

d. Ciclo de vida de *Metarhizium anisopliae*

En general los hongos entomopatógenos desarrollan las siguientes fases sobre su hospedante: germinación, formación de apresorios, formación de estructuras de penetración, colonización y reproducción.

El proceso se inicia cuando la espora o conidia se adhiere a la cutícula del insecto, luego desarrolla un tubo germinativo y un apresorio, con éste se fija en la cutícula y con el tubo germinativo o haustorio (hifa de penetración) se da la penetración al interior del cuerpo del insecto. La germinación ocurre aproximadamente a las 12 horas post-inoculación y la formación de apresorios se presenta de 12 a 18 horas post-inoculación (**Vicentini y Magalhaes, 1996**).

En la penetración participa un mecanismo físico y uno químico, el primero consiste en la presión ejercida por la estructura de penetración, la cual rompe las áreas esclerosadas y membranosas de la cutícula. El mecanismo químico consiste en la acción enzimática, principalmente proteasas, lipasas y quitinasas, las cuales causan descomposición del tejido en la zona de penetración, lo que facilita el ingreso del hongo. Después de la penetración, la hifa se ensancha y ramifica dentro del tejido del insecto, colonizando completamente la cavidad del cuerpo del insecto, esto sucede en 3 ó 4 días después de la inoculación. A partir de la colonización se forman pequeñas colonias y estructuras del hongo, lo que corresponde a la fase final de la enfermedad del insecto, ocurre 4 ó 5 días después de la inoculación (**Hajek y Leger, 1994**).

Otra forma mediante la cual el hongo puede causar la muerte del insecto, es mediante la producción de toxinas. Los hongos entomopatógenos tienen la capacidad de sintetizar toxinas que son utilizadas en el ciclo de la relación patógeno-hospedante. Entre estas toxinas se han encontrado destruxinas, demetildextruxina y protodextruxina, las cuales son sustancias de baja toxicidad, pero de mucha actividad tóxica sobre insectos, ácaros y nematodos (**Sandino, 2003**).

Las destruxinas afectan varios organelos tales como mitocondria, retículo endoplásmico y membrana nuclear, paralizando las células y causando disfunción del intestino, túbulos de Malpighi, hemocitos y tejido muscular. La esporulación ocurre en 2 a 3 días, dependiendo de las condiciones de temperatura y humedad relativa del ambiente.

La infección por el entomopatógeno puede ser afectada principalmente por la baja humedad relativa y por la falta de habilidad para utilizar los nutrientes disponibles sobre la superficie de la cutícula ó por la falta de factores necesarios para el reconocimiento de un hospedero susceptible o sitio de infección penetrable. El reconocimiento de un hospedero susceptible involucra signos químicos y topográficos. También puede fracasar la invasión del hongo por la presencia de compuestos inhibitorios tales como fenoles, quinonas y lípidos en la superficie de la cutícula (**Hajeck y Leger, 1994**).

Los síntomas que causan los entomopatógenos son variables: las ninfas disminuyen sus movimientos, disminuyen la producción de espuma y pueden abandonar los lugares de ataque. Los adultos infectados presentan movimientos lentos, no se alimentan, reducen su radio de vuelo y las 19 hembras no ovipositan. Pueden morir en lugares distantes de donde fueron contaminados. El ciclo total de la enfermedad es de 8 a 10 días. Después de la muerte, los individuos presentan un crecimiento micelial blanco seguido por la típica esporulación verde. En algunas ocasiones no se presenta la esporulación sobre el tegumento, solamente se ve la presencia

de micelio y se debe a condiciones inadecuadas de humedad durante el proceso de esporulación (Lecuona, 1996).

3.8. TRABAJOS REALIZADOS CON *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*

CARBALLO (1996), sustenta la evaluación sobre la mortalidad de *Cosmopolites sordidus* por efecto de diferentes concentraciones de *B. bassiana*, considerando al uso de trampas como un mecanismo eficaz para la aplicación del entomopatógeno *B. bassiana* en condiciones de campo, obteniendo mayor mortalidad (63%) del picudo cuando se utilizan trampas tipo disco de sepa con una formulación de $5,8 \times 10^{10}$ conidios por trampa en sustrato de arroz (21 g de arroz con el hongo por trampa). Otra posibilidad para la dispersión del hongo en plantaciones de banano y plátano es mediante el uso de *Metamasius hemipterus*, el cual es mas susceptible al hongo y posee mayor capacidad de desplazamiento que el picudo negro. La trampa tipo disco de cepa ha mostrado mayor capacidad de atracción de adultos de picudo negro que la trampa longitudinal, siendo la captura consistente mayor en el tiempo.

La eficacia de las trampas como dispositivo para la aplicación de *B. bassiana* varia, el día de la aplicación se logra mayor mortalidad del picudo usando una formulación solida en arroz conteniendo $2,75 \times 10^9$ conidios/ g de arroz, aplicando 20 granos por trampa. Mientras que a los ocho días después de la aplicación la mortalidad es mayor utilizando una emulsión a una concentración de 5×10^8 conidios/ ml en agua + 15% de aceite y Twen 20 aplicado en aspersión, usando 10 ml de solución por trampa.

Es importante considerar que el momento de la aplicación, el hongo en emulsión hace mayor contacto con el insecto con respecto al sustrato de arroz, debido al efecto del aceite el cual funciona como adherente y al efecto del agua contenida en la formulación, que favorece al hongo en el proceso de germinación; mientras que en la formulación seca la germinación depende del las condiciones de humedad del ambiente.

DE LA VEGA (2006), menciona que el control biológico potencial sobre estas plagas mediante hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) mostró en laboratorio hasta 99% de mortandad en *Leptoglossus zonatus* y 64 % en *Pachycoris klugi* (Metsch, Sorok, Dallas Bals & Vuill). Ambas especies de hongos son producidos masivamente en Nicaragua mediante dos etapas en los sistemas de producción sobre arroz esterilizado en bolsas de polipropileno. Fórmulas en aceite y agua fueron probadas exitosamente en las plantaciones utilizando aspersores.

3.9. CIGARRITA VERDE *Empoasca kraemeri* Ross & Moore



Foto N° 7

Cigarrita verde (Fuente: Servicio Nacional de Sanidad Agraria – SENASA 2010)

SARMIENTO (1997), reporta lo siguiente:

3.9.1. Ubicación Taxonómica:

Clase	: Insecta
Subclase	: Pterigotha
Orden	: Hemiptera
Suborden	: sternorrhyncha
Familia	: Cicadellidae
Género	: <i>Empoasca</i>
Especie	: <i>kraemeri</i>
N. Científico	: <i>Empoasca kraemeri</i> .

3.9.2. Morfología y Biología:

Las especies *E. fabae* y *E. kraemer* son bastantes parecidas. Los adultos son insectos pequeños de 3 a 3.5 mm de longitud, color verde uniforme con manchas blancas sobre la cabeza y el tórax; cuerpo en forma de cuña, con presencia de espinas tibiales en las patas así como se observa en la **Foto N° 7**. Son activos voladores durante el día; las hembras colocan sus huevos endofíticamente de preferencia en los peciolo y en las nervaduras del envés de los folíolos. La capacidad de oviposición es de 200 a 300 huevos por hembra.

Los huevos son ovalados, alargados, color blanco hialino; miden 0.6 a 0.8 mm de longitud.

Las ninfas pasan por cinco estadios, localizándose en la cara inferior de las hojas, donde se desplazan lateralmente cuando son molestados. Viven en colonias junto con los adultos así como se muestra en la **Foto N° 8** y se diferencian de éstos por ser de menor tamaño y por la ausencia de alas.



Foto N° 8

Cigarrita verde adulto (Fuente: Servicio Nacional de Sanidad Agraria – SENASA 2010)

La duración del ciclo de desarrollo a 30 – 32° C es: período de incubación de 11 días; periodo ninfal de 11 días y periodo adulto de 10 a 20 días aproximadamente.

BAYER CROP 2008, menciona que:

3.9.3. Importancia Económica:

Se presentan ocasionalmente en el cultivo, por lo que es considerada muy poco importante económicamente.

3.9.4. Daños:

Son ocasionados por las ninfas y adultos, que pican y succionan la savia de las células en el envés de las hojas, originado puntitos o pequeñas manchas, que son notorias en el haz de las hojas. El daño principal directo es el encrespamiento de las hojas con los bordes hacia abajo, las plantas infestadas retrasan su crecimiento y desarrollo, se amarillan y se debilitan, son considerados como trasmisores de virus.

3.9.5. Ciclo Biológico:

Longevidad de adultos: varía entre 20 a 22 días

Ciclo completo: dura más o menos 30 días como se muestra en la Imagen N° 3.

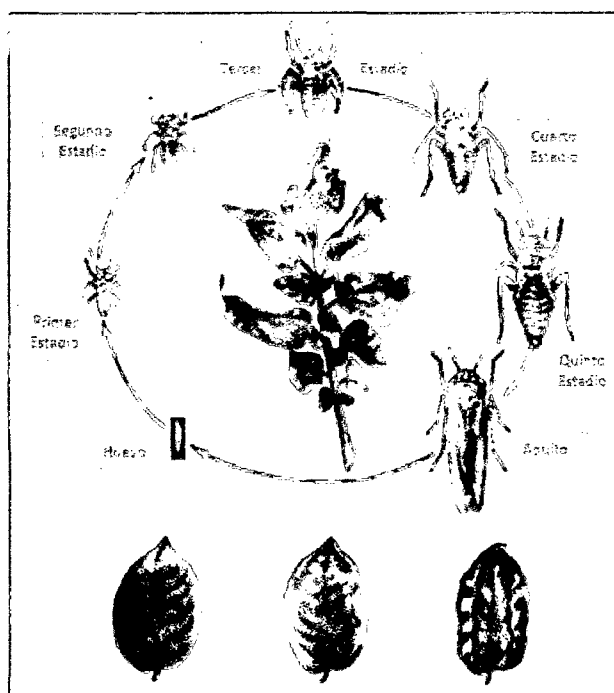


Imagen N° 3: Ciclo Biológico de "Cigarrita Verde" (Fuente: Cartage 2010.)

IV. METODOLOGÍA

4.1. Ubicación del Experimento

El trabajo de investigación se realizó en los campos de la empresa Francisco Tello Perú S.A.C que es la sucursal del conglomerado de empresas que forman parte del grupo español "Grupo Tello", y que tiene sus parcelas de investigación adaptativa de piñón blanco en el Centro Poblado Las Palmas, distrito de la Banda de Shilcayo, la parcela se instaló con un sistema de siembra cuadrado de 3 x 3, haciendo un total de 1111 plantas en la parcela.

Ubicación Política

Departamento	:	San Martín.
Provincia	:	San Martín
Distrito	:	Banda de Shilcayo
Sector	:	Las Palmas

Ubicación Geográfica

Latitud sur	:	6°31'30.62"
Longitud oeste	:	76°20'16.72"
Altitud	:	300,6 m.s.n.m.m

4.2. METODOLOGÍA

4.2.2. Instalación del Experimento.

El trabajo de Investigación tuvo duración de 4 meses de trabajo en campo desde el acondicionamiento de la parcela hasta la última evaluación que se realizó en campo, según el cronograma de actividades. En donde se realizó las siguientes labores:

- a. **Limpieza de la parcela.** Se realizó el deshierbo respectivo de la parcela para poder facilitar el desarrollo del trabajo de investigación.

- b. **Poda a toda las plantas de la parcela.** Para poder hacer una evaluación eficiente del insecto plaga se realizó la poda de todas las plantas de la parcela, en donde se desarrollo el trabajo de investigación.
- c. **Evaluación de la población del insecto plaga.** Antes de realizar los respectivos ensayos con los productos que aplicamos para el control de la cigarrita verde, se evaluó la cantidad de insectos que se encuentra en el cultivo de piñón.
- d. **Primera aplicación de los 2 entomopatógenos con diferentes dosis.** Se hizo el ensayo con 3 dosis diferentes (baja, media y alta), con 2 hongos Entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*), para obtener la mejor dosis a aplicar, en el control de cigarrita verde.

La dosis que se utilizó es de acuerdo a la dosis que recomienda el Servicio Nacional de Sanidad Agraria –**SENASA**; al momento de la preparación de estos entomopatógenos, 2 bolsas en 200 litros de agua, sabiendo que cada bolsa del producto pesa 800 g.

- Dosis baja : 2 bolsas ó 1,6 kg. x 200 litros de agua
- Dosis media : 3 bolsas ó 2,4 kg. x 200 litros de agua
- Dosis Alta : 4 bolsas ó 3,2 kg. x 200 litros de agua

Aceite agrícola: 100 cc x bolsa

La concentración del hongo fue: 1.0×10^{10} conidias/g, que se pudo observar en la etiqueta del producto utilizado.

- e. **Segunda aplicación.** Se realizó el día 16 después de la primera aplicación; para obtener mejores resultados en las evaluaciones.

4.2.3. Parámetros Evaluados

- **Evaluación de la población de cigarritas antes de la aplicación.**

Se hizo el debido muestreo mediante una red entomológica a 5 plantas de cada tratamiento la presencia de cigarritas, se pudo determinar el grado de infestación, estimándose los siguientes grados según la presencia de cigarritas:

Cuadro N° 2: Escala de Evaluación de Cigarrita en Piñón blanco

GRADO	NÚMERO DE CIGARRITAS POR PLANTA
1	No existen
2	De 1 a 5 cigarritas presentes en la planta
3	De 6 a 10 cigarritas presentes en la planta
4	De 11 a 25 cigarritas presentes en la planta
5	De 26 a 50, cigarritas presentes en la planta
6	Más de 50, cigarritas presentes en la planta

Fuente: Sarmiento 1997

- **Evaluación de insectos colectados después de la Primera aplicación**

Se realizó 3 evaluaciones a los 2, 9 y 16 días después de la aplicación de los hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*), en donde luego se realizó una segunda aplicación.

- **Evaluación de insectos colectados después de la Segunda aplicación**

Se realizó 2 evaluaciones a los 2 y 9 días después de la segunda aplicación de los hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana*

y *Metarhizium anisopliae*), en donde se culminó los trabajos de campo.

- Porcentaje de Esporulaci3n**

Se realiz3 en el laboratorio del SENASA, este par3metro se evalu3 1 vez por semana, las cigarritas muertas fueron sometidas a c3mara h3meda para verificar si en los tratamientos con entomopat3genos se produce la esporulaci3n de los mismos.

$$\% \text{ Esporulaci3n} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ cigarritas con esporulaci3n}}{\text{N}^{\circ} \text{ totales de cigarritas colectados}} \times 100$$

4.2.4. Dise1o Experimental

En el trabajo de investigaci3n se utiliz3 un dise1o de Bloques completamente randomizado (DBCA), con arreglo factorial 2A x 3B. Los datos se procesaran con un an3lisis de varianza y la significancia con la prueba de rango m3ltiple de Duncan, utilizando software especializados (SPSS).

Cuadro N3 3: Esquema del Analisis de Varianza

F de V	GL
Bloques	(r-1) = 4 - 1 = 3
Factor A	(a-1) = 2 - 1 = 1
Factor B	(b-1) = 3 - 1 = 2
Interacci3n A x B	(a-1)(b-1) = (1)(2) = 2
Error	ab (r-1) = 6(4-1) = 18
Total	abr - 1 = 24 - 1 = 23

A continuaci3n se menciona el esquema del experimento factorial:

A = Hongos Entomopat3genos.

a₀ = *Beauveria bassiana*

a₁ = *Metarhizium anisopliae*

B = Dosis de aplicación/ha

b₀ = Dosis baja (2 bolsas ó 1,6 kg. x 200 litros de agua)

b₁ = Dosis media (3 bolsas ó 2,4 kg. x 200 litros de agua)

b₂ = Dosis alta (4 bolsas ó 3,2 kg. x 200 litros de agua)

Aceite agrícola: 100 cc x bolsa

La concentración del hongo fue: **1.0 x 10¹⁰ conidias/g.**

Cuadro N° 4: Número de Tratamientos

Hongo Entomopatógeno	Dosis de Aplicación	Clave	Tratamiento
<i>Beauveria bassiana</i> a₀	Dosis baja (2 bolsas ó 1,6 kg.)	a₀ b₀	T 1
	Dosis media (3 bolsas ó 2,4 kg.)	a₀ b₁	T 2
	Dosis alta (4 bolsas ó 3,2 kg.)	a₀ b₂	T 3
<i>Metarhizium anisopliae</i> a₁	Dosis baja (2 bolsas ó 1,6 kg.)	a₁ b₀	T 4
	Dosis media (3 bolsas ó 2,4 kg.)	a₁ b₁	T 5
	Dosis alta (4 bolsas ó 3,2 kg.)	a₁ b₁	T 6

Cuadro N° 5: Distribucion de los tratamientos por bloques

BLOQUE I	a ₀	b ₀	a ₀ b ₀	T ₁		BLOQUE III	a ₀	b ₁	a ₀ b ₁	T ₂
		b ₁	a ₀ b ₁	T ₂				b ₀	a ₀ b ₀	T ₁
		b ₂	a ₀ b ₂	T ₃				b ₂	a ₀ b ₂	T ₃
	a ₁	b ₀	a ₁ b ₀	T ₄			a ₁	b ₂	a ₁ b ₂	T ₆
		b ₁	a ₁ b ₁	T ₅				b ₁	a ₁ b ₁	T ₅
		b ₂	a ₁ b ₁	T ₆				b ₀	a ₁ b ₀	T ₄
BLOQUE II	a ₁	b ₂	a ₁ b ₂	T ₆		BLOQUE IV	a ₁	b ₀	a ₁ b ₀	T ₄
		b ₀	a ₁ b ₀	T ₄				b ₂	a ₁ b ₂	T ₆
		b ₁	a ₁ b ₁	T ₅				b ₁	a ₁ b ₁	T ₅
	a ₀	b ₁	a ₀ b ₁	T ₂			a ₀	b ₀	a ₀ b ₀	T ₁
		b ₀	a ₀ b ₀	T ₁				b ₂	a ₀ b ₂	T ₃
		b ₂	a ₀ b ₂	T ₃				b ₁	a ₀ b ₁	T ₂

V. RESULTADOS

Cuadro N° 6: ANVA PARA NÚMERO DE CIGARRITAS ANTES DE LA APLICACIÓN (DATOS TRANSFORMADOS A \sqrt{x})

F de V	GL	SC	CM	F-VALOR	PR>F	SIGN 0.05 - 0.01
BLOQ	3	26,283943	8,76131433	5,24	0,0113	ns
HONGOS ENTOMOPATOGENOS	1	0,41510945	0,41510945	0,25	0,6257	ns
DOSIS DE APLICACIÓN	2	5,17025856	1,03405171	0,62	0,6883	ns
HONGOS ENTOMOPATOGENOS x DOSIS DE APLICACIÓN	2	0	0	0	<.0001	**
ERROR	18	25,1003069	1,67335379			
TOTAL	23	56,5545085				

$R^2 = 55,62\%$

C.V = 14,53%

MEDIA = 8,90

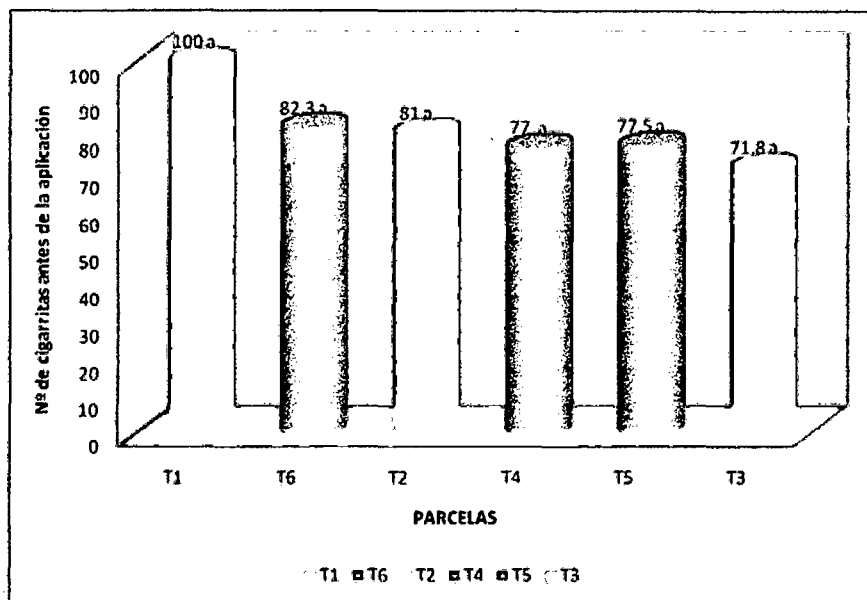


Gráfico N° 1: PRUEBA DE DUNCAN PARA NÚMERO DE CIGARRITAS ANTES DE LA APLICACIÓN POR PARCELAS.

Cuadro N° 7: ANVA PARA NÚMERO DE CIGARRITAS PRIMERA EVALUACIÓN A LOS 2 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN (DATOS TRANSFORMADOS A \sqrt{x})

F de V	GL	SC	CM	F-VALOR	PR>F	SIGN 0.05 - 0.01
BLOQ	3	41,8962	13,9654	5,63	0,0087	**
HONGOS ENTOMOPATOGENOS	1	0,431	0,4310	0,17	0,6827	ns
DOSIS DE APLICACIÓN	2	12,4840	2,4968	1,01	0,4475	ns
HONGOS ENTOMOPATOGENOS x DOSIS DE APLICACIÓN	2	0	0	0	<.0001	**
ERROR	18	37,2137	2,4809			
TOTAL	23	91,5938				

R² = 59,37%

C.V = 22,54%

MEDIA = 6.99

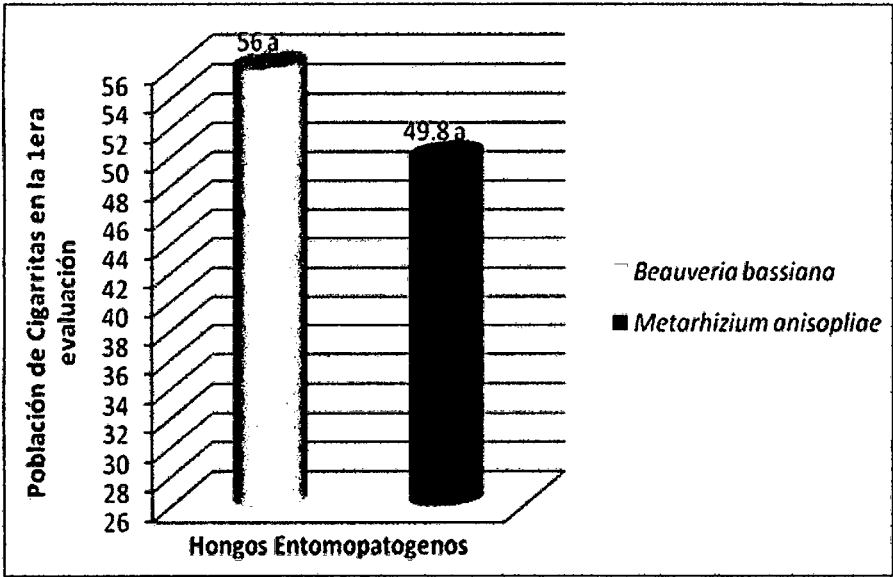


Gráfico N° 2: PRUEBA DE DUNCAN PARA NÚMERO DE CIGARRITAS PRIMERA EVALUACIÓN A LOS 2 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN, POR HONGO ENTOMOPATÓGENO.

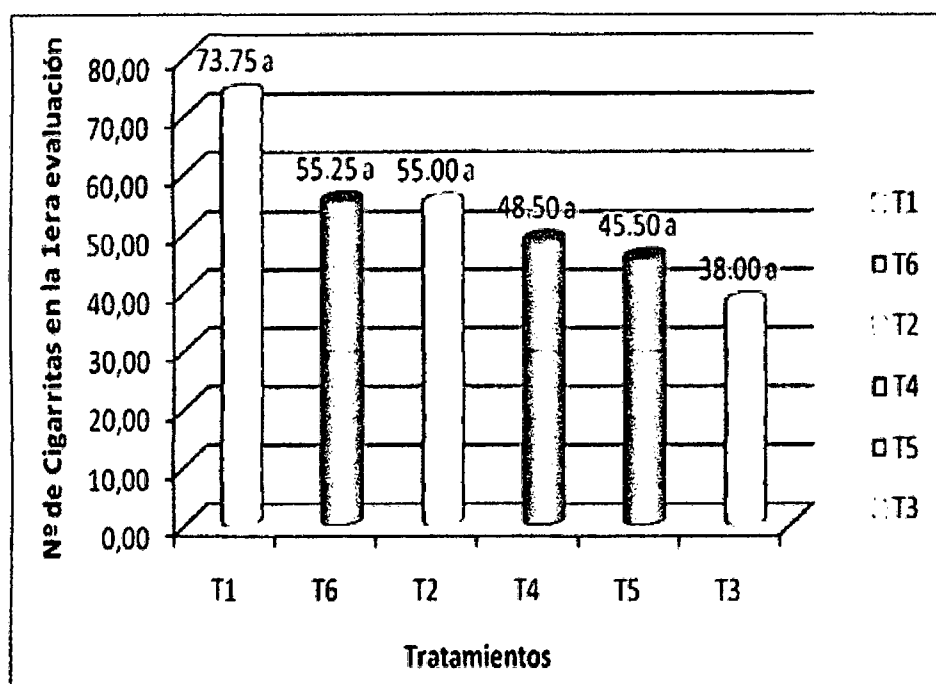


Gráfico N° 3: PRUEBA DE DUNCAN PARA NÚMERO DE CIGARRITAS PRIMERA EVALUACIÓN A LOS 2 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN, POR TRATAMIENTOS.

Cuadro N° 8: ANVA PARA NÚMERO DE CIGARRITAS SEGUNDA EVALUACIÓN A LOS 9 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN (DATOS TRANSFORMADOS A \sqrt{x})

F de V	GL	SC	CM	F-VALOR	PR>F	SIGN 0.05 - 0.01
BLOQ	3	22,5940	7,5313	10,23	0,0006	**
HONGOS ENTOMOPATOGENOS	1	0,1249	0,1249	0,17	0,6862	ns
DOSIS DE APLICACIÓN	2	5,5957	1,1192	1,52	0,2423	ns
HONGOS ENTOMOPATOGENOS x DOSIS DE APLICACIÓN	2	0	0	0	<.0001	**
ERROR	18	11,0457	0,7363			
TOTAL	23	39,2354				

$R^2 = 71.84 \%$

C.V = 15,81%

MEDIA = 5,43

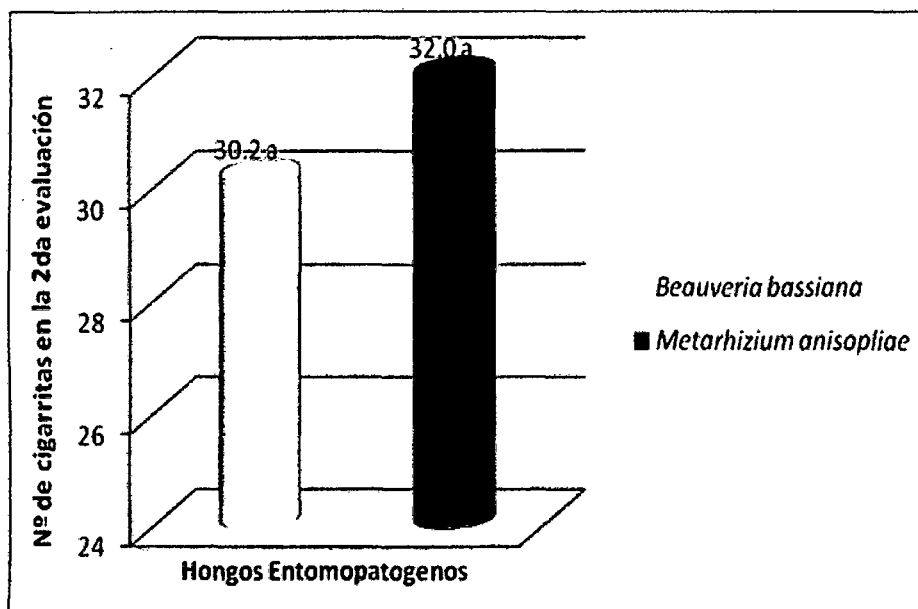


Gráfico N° 4: PRUEBA DE DUNCAN PARA NÚMERO DE CIGARRITAS SEGUNDA EVALUACIÓN A LOS 9 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN, POR HONGOS ENTOMOPATÓGENOS.

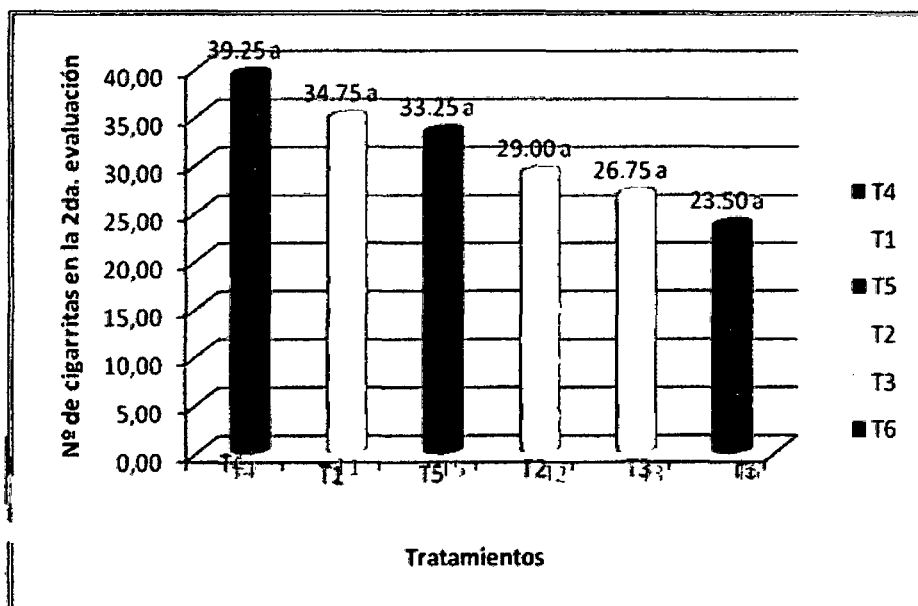


Gráfico N° 5: PRUEBA DE DUNCAN PARA NÚMERO DE CIGARRITAS SEGUNDA EVALUACIÓN A LOS 9 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN, POR TRATAMIENTOS.

Cuadro N° 9: ANVA PARA NÚMERO DE CIGARRITAS TERCERA EVALUACIÓN A LOS 16 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN (DATOS TRANSFORMADOS A \sqrt{x})

F de V	GL	SC	CM	F-VALOR	PR>F	SIGN 0.05 - 0.01
BLOQ	3	27,3461	9,1154	5,31	0,0107	*
HONGOS ENTOMOPATOGENOS	1	2,0623	2,0623	1,20	0,2902	ns
DOSIS DE APLICACIÓN	2	9,5599	1,9119	1,11	0,3941	ns
HONGOS ENTOMOPATOGENOS x DOSIS DE APLICACIÓN	2	0	0	0	<.0001	**
ERROR	18	25,7394	1,7160			
TOTAL	23	62,6454				

R² = 58.91%
C.V = 19,61%
MEDIA = 6.68

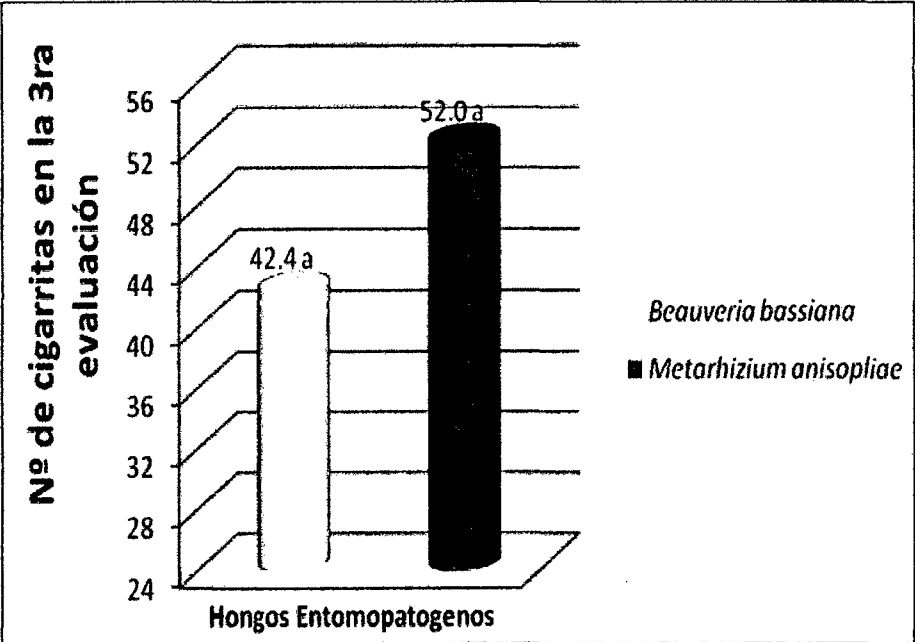


Gráfico N° 6: PRUEBA DE DUNCAN PARA NÚMERO DE CIGARRITAS TERCERA EVALUACIÓN A LOS 16 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN, POR HONGOS ENTOMOPATÓGENOS.

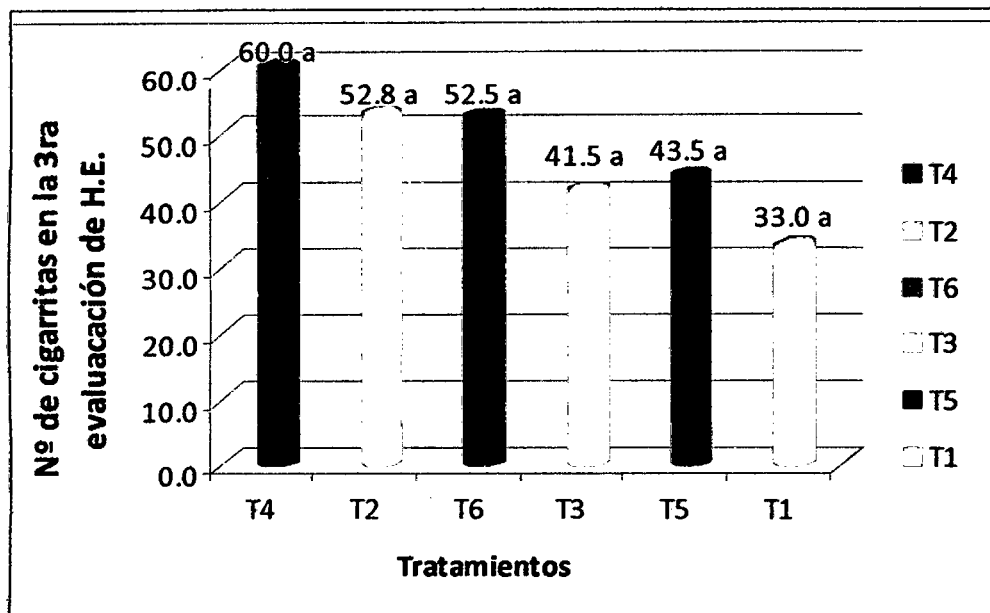


Gráfico N° 7: PRUEBA DE DUNCAN PARA NÚMERO DE CIGARRITAS TERCERA EVALUACIÓN A LOS 16 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN, POR TRATAMIENTOS.

Cuadro N° 10: ANVA PARA NÚMERO DE CIGARRITAS CUARTA EVALUACIÓN A LOS 2 DÍAS DESPUES DE LA SEGUNDA APLICACIÓN (DATOS TRANSFORMADOS A \sqrt{x})

F de V	GL	SC	CM	F-VALOR	PR>F	SIGN 0.05 - 0.01
BLOQ	3	4,9310	1,6437	0,61	0,6160	ns
HONGOS ENTOMOPATOGENOS	1	0,3002	0,3002	0,11	0,7422	ns
DOSIS DE APLICACIÓN	2	6,0602	1,2120	0,45	0,8046	ns
HONGOS ENTOMOPATOGENOS x DOSIS DE APLICACIÓN	2	0	0	0	<.0001	**
ERROR	18	40,1125	2,6742			
TOTAL	23	51,1037				

$R^2 = 21.51\%$

C.V = 28,49%

MEDIA = 5.74

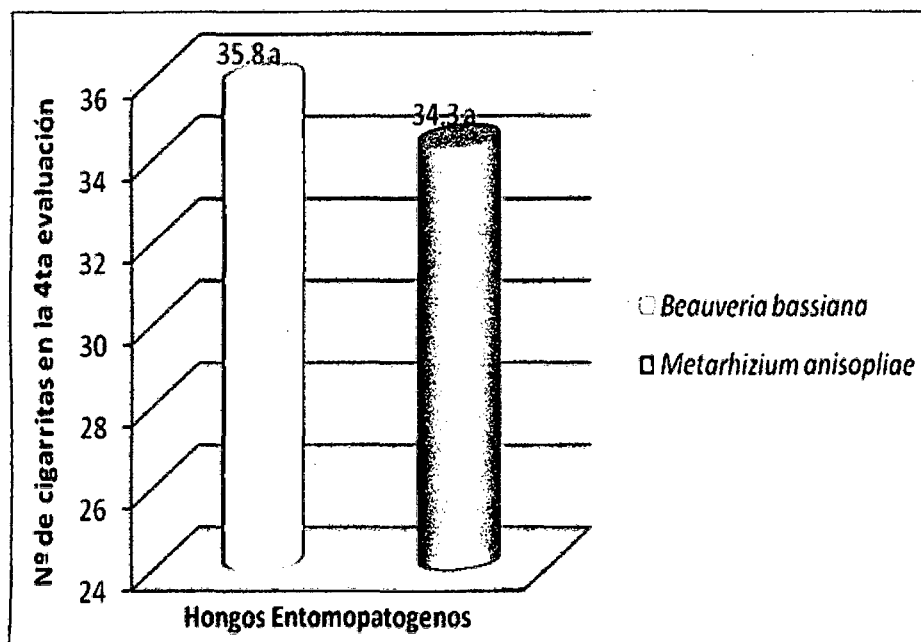


Gráfico N° 8: PRUEBA DE DUNCAN PARA NÚMERO DE CIGARRITAS CUARTA EVALUACIÓN A LOS 2 DÍAS DESPUES DE LA SEGUNDA APLICACIÓN, POR HONGOS ENTOMOPATÓGENOS.

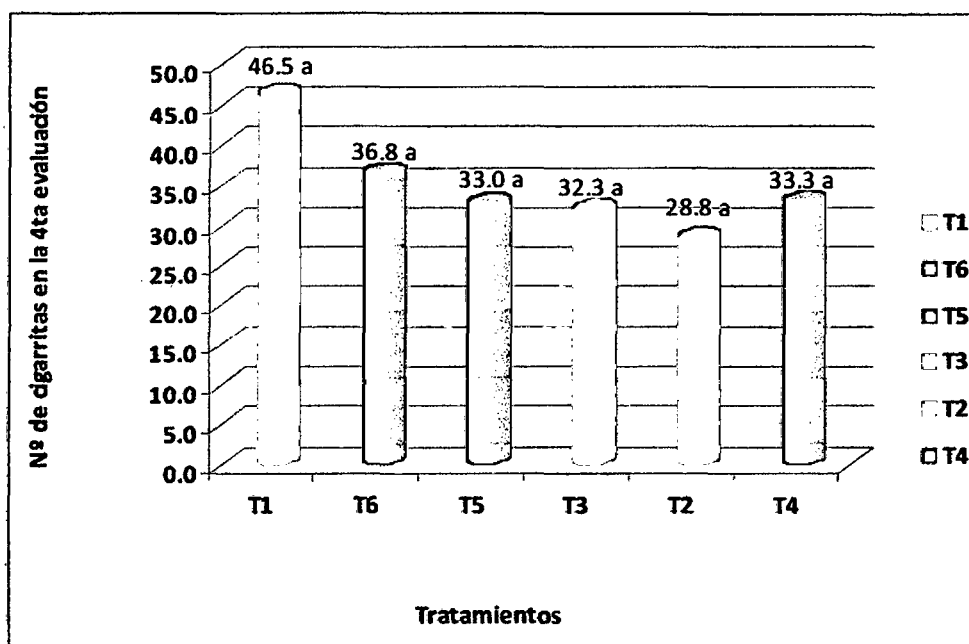


Gráfico N° 9: PRUEBA DE DUNCAN PARA NÚMERO DE CIGARRITAS CUARTA EVALUACIÓN A LOS 2 DÍAS DESPUES DE LA SEGUNDA APLICACIÓN, POR TRATAMIENTOS.

Cuadro N° 11: ANVA PARA NÚMERO DE CIGARRITAS QUINTA EVALUACIÓN A LOS 9 DÍAS DESPUES DE LA SEGUNDA APLICACIÓN (DATOS TRANSFORMADOS A \sqrt{X})

F de V	GL	SC	CM	F-VALOR	PR>F	SIGN 0.05 - 0.01
BLOQUE	3	40,2463	13,4154	6,05	0,0066	**
HONGOS ENTOMOPATOGENOS	1	3,3072	3,3072	1,49	0,2410	ns
DOSIS DE APLICACIÓN	2	8,9047	1,7809	0,8	0,5650	ns
HONGOS ENTOMOPATOGENOS x DOSIS DE APLICACIÓN	2	0	0	0	<.0001	**
ERROR	18	33,2822	2,2188			
TOTAL	23	82,4331				

 $R^2 = 59.65\%$

C.V = 29,75%

MEDIA = 5.01

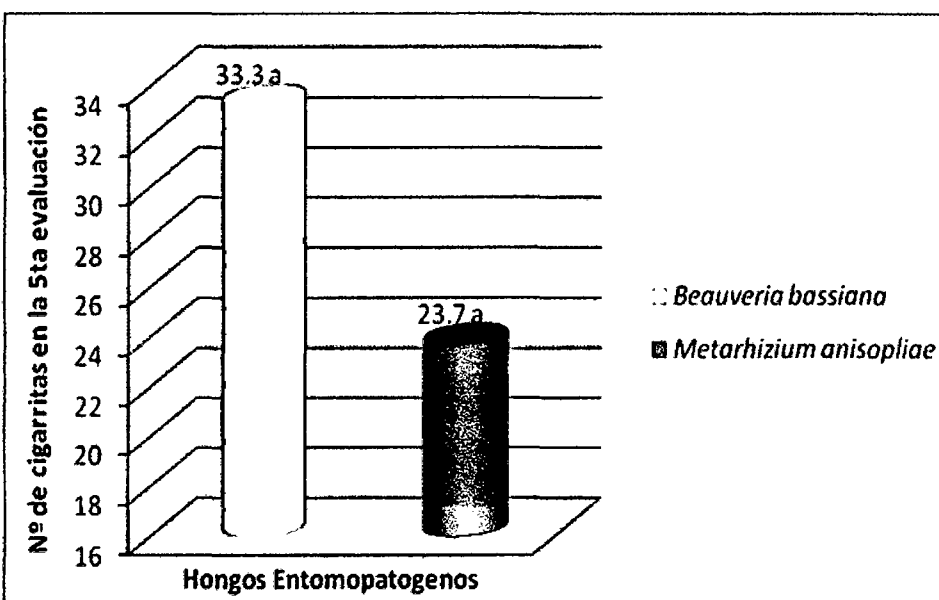


Gráfico N° 10: PRUEBA DE DUNCAN PARA NÚMERO DE CIGARRITAS QUINTA EVALUACIÓN A LOS 9 DÍAS DESPUES DE LA SEGUNDA APLICACIÓN, POR HONGOS ENTOMOPATÓGENOS.

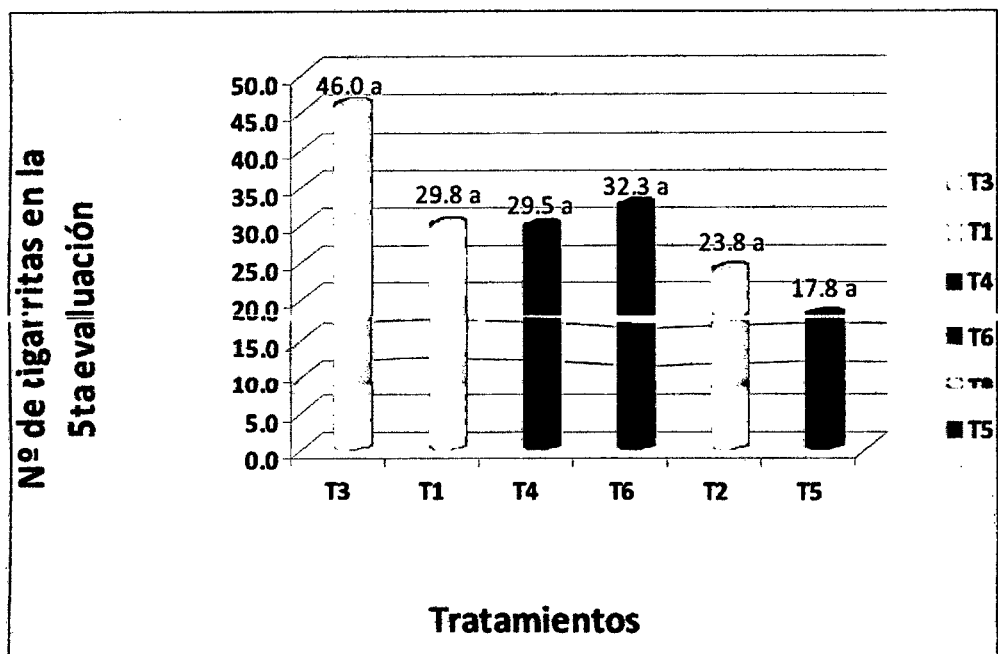


Gráfico N° 11: PRUEBA DE DUNCAN PARA NÚMERO DE CIGARRITAS QUINTA EVALUACIÓN A LOS 9 DÍAS DESPUES DE LA SEGUNDA APLICACIÓN, POR TRATAMIENTOS.

Cuadro N° 12: ANVA PARA PORCENTAJE DE ESPORULACIÓN, PRIMERA EVALUACIÓN, A LOS 5 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN (DATOS TRANSFORMADOS A \sqrt{x})

F de V	GL	SC	CM	F-VALOR	PR>F	SIGN 0.05 - 0.01
BLOQ	3	454,8032	151,6011	2,18	0,1330	ns
HONGOS ENTOMOPATOGENOS	1	32,0790	32,0790	0,46	0,5075	ns
DOSIS DE APLICACIÓN	2	351,0286	70,2057	1,01	0,4461	ns
HONGOS ENTOMOPATOGENOS x DOSIS DE APLICACIÓN	2	0	0	0	<.0001	**
ERROR	18	1 043,6265	69,5751			
TOTAL	23	1849,4584				

$R^2 = 43.57\%$

C.V = 40,64%

MEDIA = 20.52

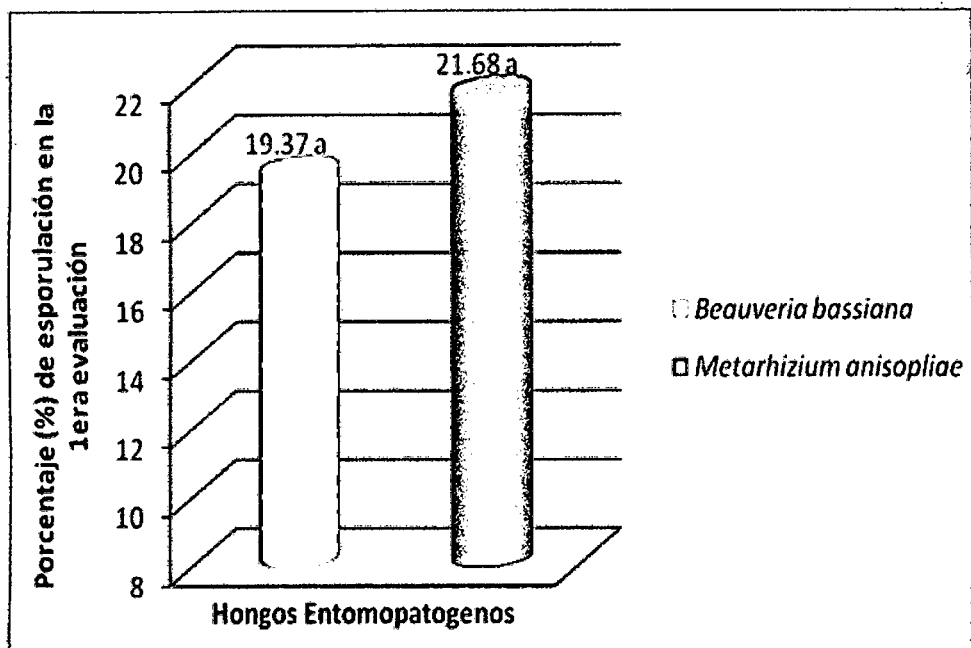


Gráfico N° 12: PRUEBA DE DUNCAN PARA PORCENTAJE DE ESPORULACIÓN A LOS 5 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN, POR HONGOS ENTOMOPATÓGENOS.

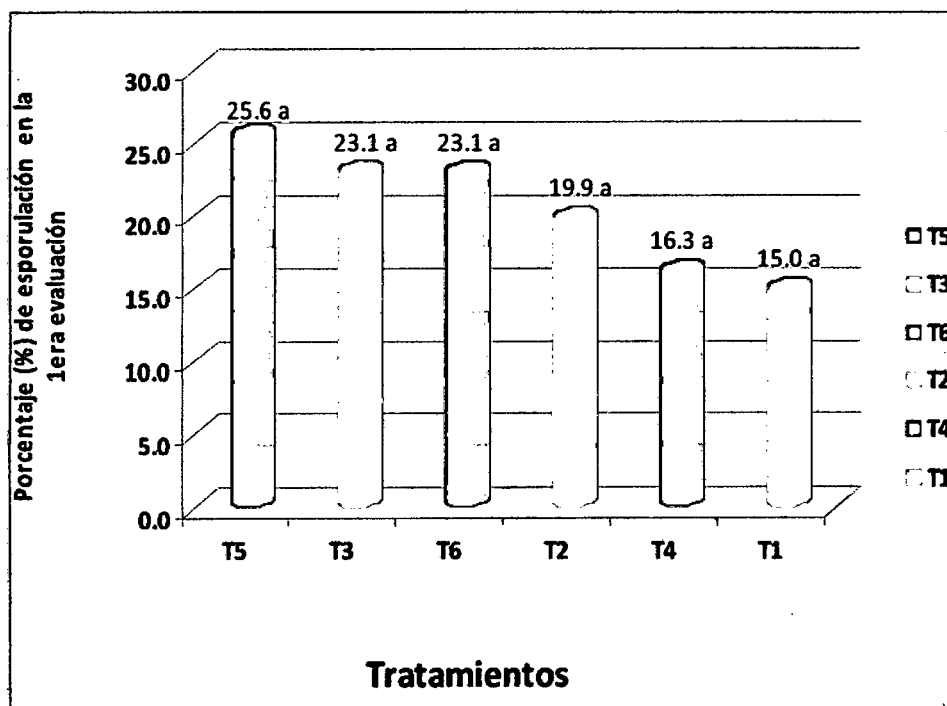


Gráfico N° 13: PRUEBA DE DUNCAN PARA PORCENTAJE DE ESPORULACIÓN, PRIMERA EVALUACIÓN, A LOS 5 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN, POR TRATAMIENTOS.

Cuadro N° 13: ANVA PARA PORCENTAJE DE ESPORULACIÓN, SEGUNDA EVALUACIÓN, A LOS 12 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN (DATOS TRANSFORMADOS A \sqrt{x})

F de V	GL	SC	CM	F-VALOR	PR>F	SIGN 0.05 - 0.01
BLOQ	3	1 063,9438	345,6479	2,29	0,1195	ns
HONGOS ENTOMOPATOGENOS	1	0,5969	0,5969	0,00	0,9513	ns
DOSIS DE APLICACIÓN	2	232,0007	46,4001	0,30	0,9052	ns
HONGOS ENTOMOPATOGENOS x DOSIS DE APLICACIÓN	2	0	0	0	<.0001	**
ERROR	18	2 318,4814	154,5654			
TOTAL	23	3614,4259				

R² = 35.85%
C.V = 23,20%
MEDIA = 53.60

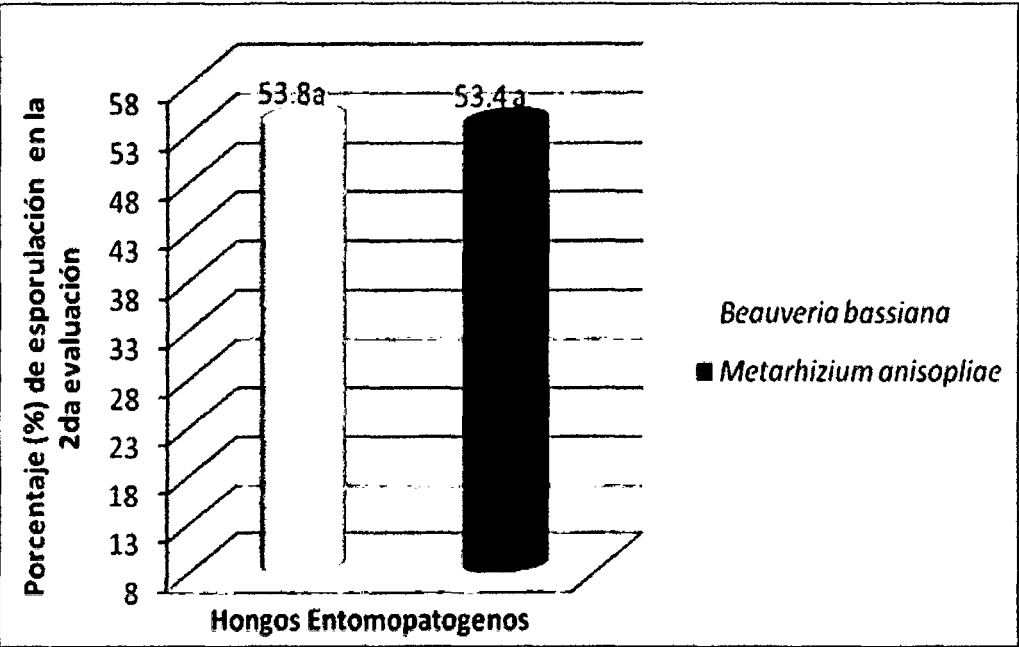


Gráfico N° 14: PRUEBA DE DUNCAN PARA PORCENTAJE DE ESPORULACIÓN, SEGUNDA EVALUACIÓN, A LOS 12 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN, POR HONGOS ENTOMOPATÓGENOS.

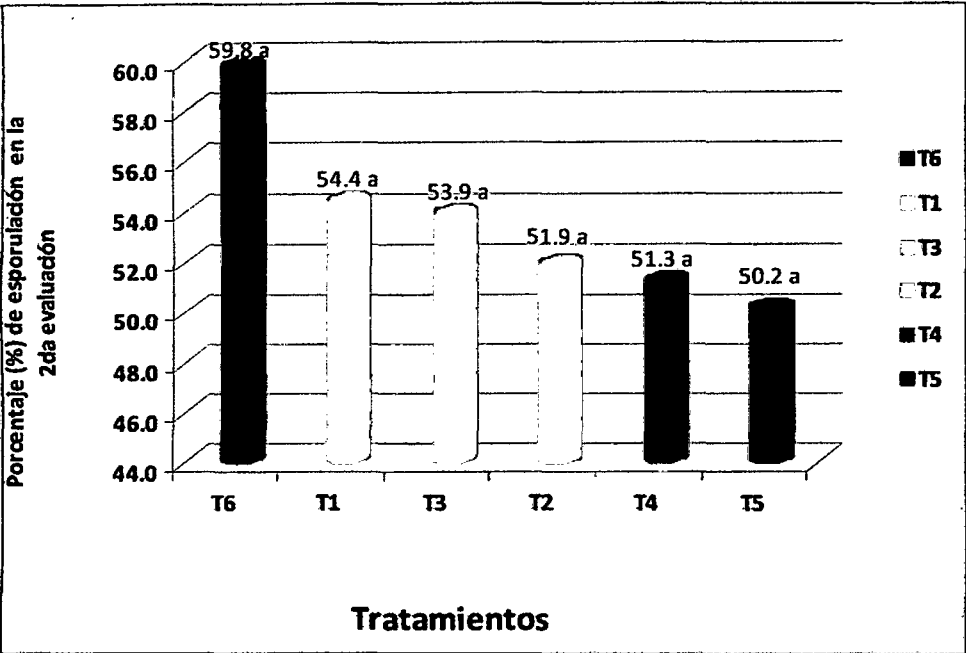


Gráfico N° 15: PRUEBA DE DUNCAN PARA PORCENTAJE DE ESPORULACIÓN, SEGUNDA EVALUACIÓN, A LOS 12 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN, POR TRATAMIENTOS.

Cuadro N° 14: ANVA PARA PORCENTAJE DE ESPORULACIÓN, TERCERA EVALUACIÓN, A LOS 19 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN (DATOS TRANSFORMADOS A \sqrt{x})

F de V	GL	SC	CM	F-VALOR	PR>F	SIGN 0.05 - 0.01
BLOQ	3	135,1147	45,0382	0,71	0,5594	ns
HONGOS ENTOMOPATOGENOS	1	17,6023	17,6023	0,28	0,6054	ns
DOSIS DE APLICACIÓN	2	515,1499	103,0299	1,63	0,2122	ns
HONGOS ENTOMOPATOGENOS x DOSIS DE APLICACIÓN	2	0	0	0	<.0001	**
ERROR	18	947,8802	63,1920			
TOTAL	23	1598,1449				

R² = 40.68% C.V = 18,93% MEDIA = 41.99

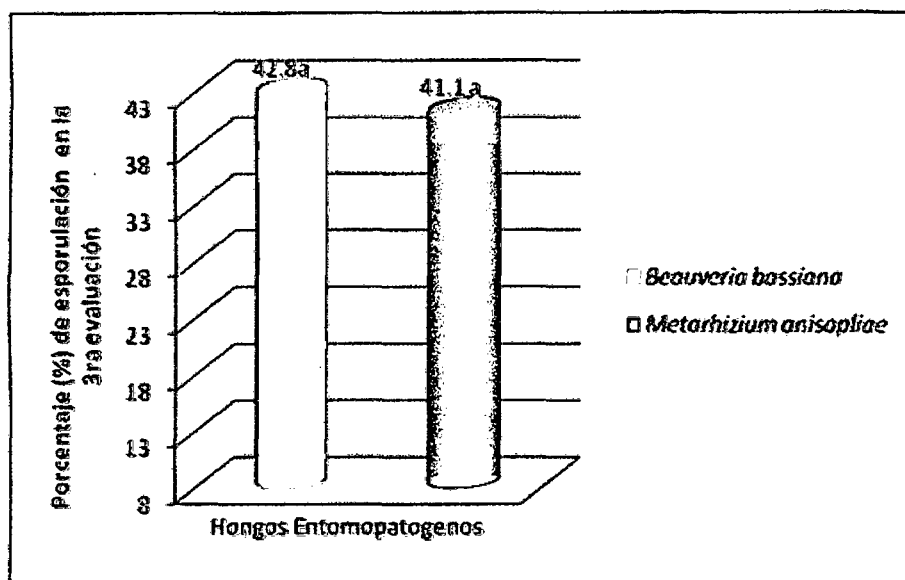


Gráfico N° 16: PRUEBA DE DUNCAN PARA PORCENTAJE DE ESPORULACIÓN, TERCERA EVALUACIÓN, A LOS 19 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN, POR HONGOS ENTOMOPATÓGENOS.

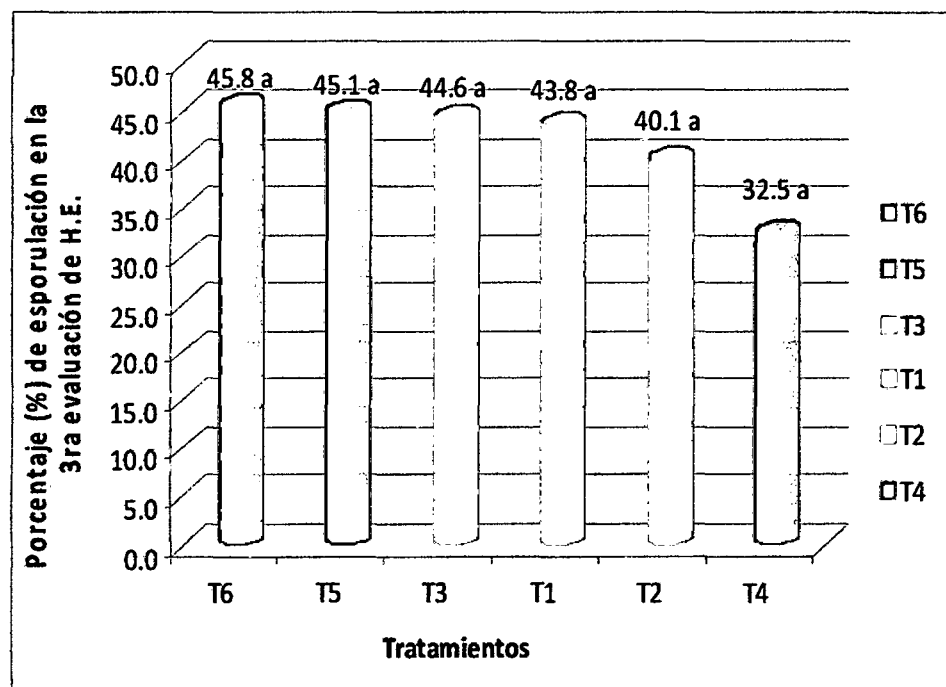


Gráfico N° 17: PRUEBA DE DUNCAN PARA PORCENTAJE DE ESPORULACIÓN, TERCERA EVALUACIÓN, A LOS 19 DÍAS DESPUES DE LA PRIMERA APLICACIÓN, POR TRATAMIENTOS.

Cuadro N° 15: ANVA PARA PORCENTAJE DE ESPORULACIÓN, CUARTA EVALUACIÓN, A LOS 5 DÍAS DESPUES DE LA SEGUNDA APLICACIÓN (DATOS TRANSFORMADOS A \sqrt{x})

F de V	GL	SC	CM	F-VALOR	PR>F	SIGN 0.05 - 0.01
BLOQ	3	643,4155	214,4718	0,7	0,5687	ns
HONGOS ENTOMOPATOGENOS	1	69,7282	69,7282	0,23	0,6411	ns
DOSIS DE APLICACIÓN	2	837,1741	167,4348	0,54	0,7408	ns
HONGOS ENTOMOPATOGENOS x DOSIS DE APLICACIÓN	2	0	0	0	<.0001	**
ERROR	18	4 621,9668	308,1311			
TOTAL	23	6102,5563				

R² = 24.26%

C.V = 33,09%

MEDIA = 53.04

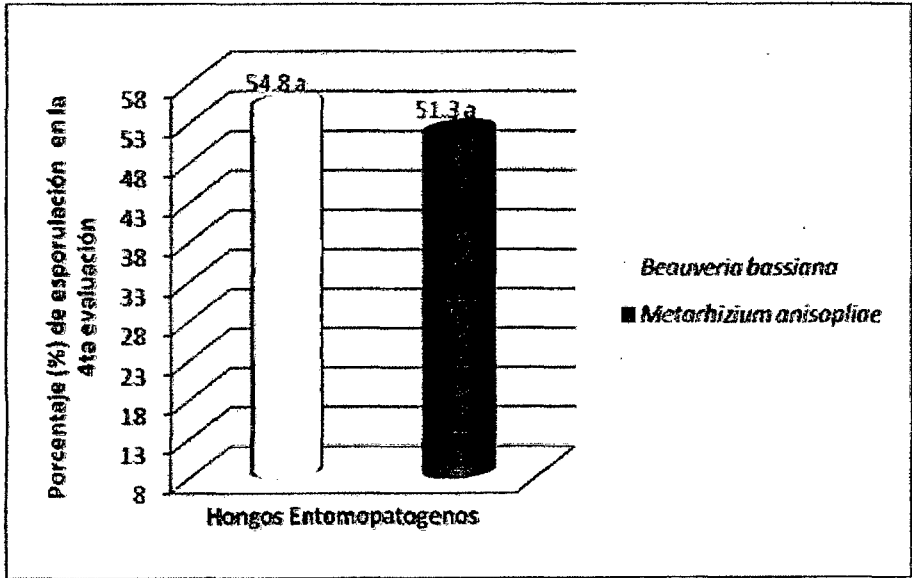


Gráfico N° 18: PRUEBA DE DUNCAN PARA PORCENTAJE DE ESPORULACIÓN, CUARTA EVALUACIÓN, A LOS 5 DÍAS DESPUES DE LA SEGUNDA APLICACIÓN, POR HONGOS ENTOMOPATÓGENOS.

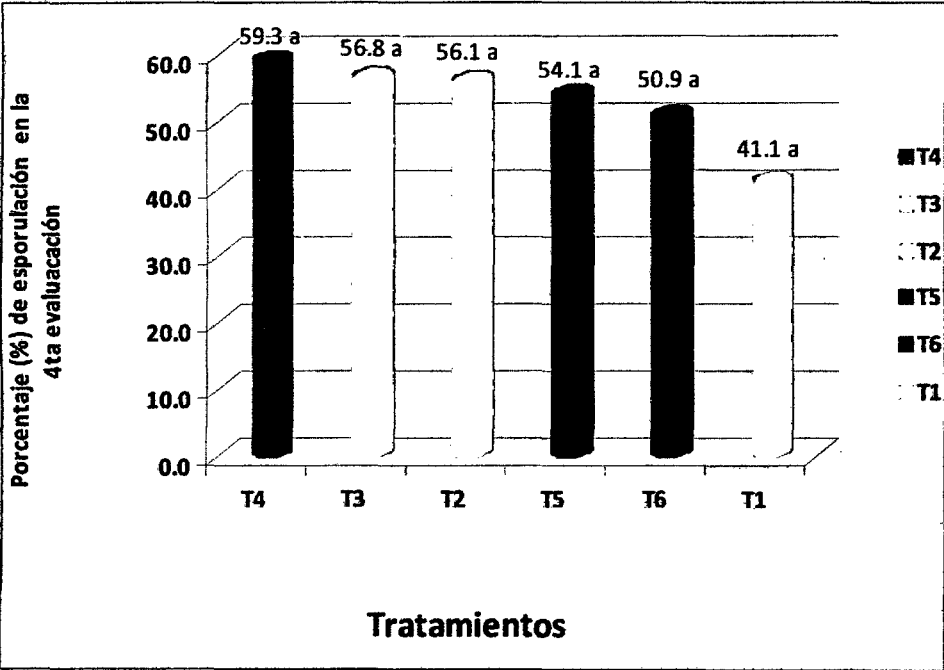


Gráfico N° 19: PRUEBA DE DUNCAN PARA PORCENTAJE DE ESPORULACIÓN, CUARTA EVALUACIÓN, A LOS 5 DÍAS DESPUES DE LA SEGUNDA APLICACIÓN, PORTRATAMIENTOS.

Cuadro N° 16: ANVA PARA PORCENTAJE DE ESPORULACIÓN, QUINTA EVALUACIÓN, A LOS 12 DÍAS DESPUES DE LA SEGUNDA APLICACIÓN (DATOS TRANSFORMADOS A \sqrt{x})

F de V	GL	SC	CM	F-VALOR	PR>F	SIGN 0.05 - 0.01
BLOQ	3	229,5552	76,5184	0,84	0,4932	*
HONGOS ENTOMOPATOGENOS	1	18,1050	18,1050	0,20	0,6622	ns
DOSIS DE APLICACIÓN	2	987,8207	197,5641	2,17	0,1129	*
HONGOS ENTOMOPATOGENOS x DOSIS DE APLICACIÓN	2	0	0	0	<.0001	**
ERROR	18	1 367,3605	91,1574			
TOTAL	23	2584,7365				

R² = 47.10% C.V = 14,68% MEDIA = 65.03

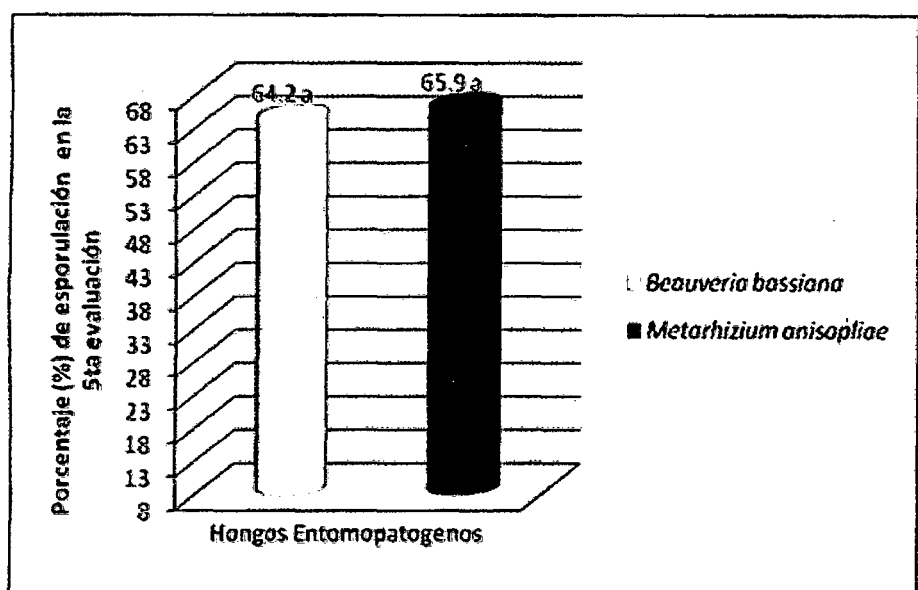


Gráfico N° 20: PRUEBA DE DUNCAN PARA PORCENTAJE DE ESPORULACIÓN, QUINTA EVALUACIÓN, A LOS 12 DÍAS DESPUES DE LA SEGUNDA APLICACIÓN, POR HONGOS ENTOMOPATÓGENOS.

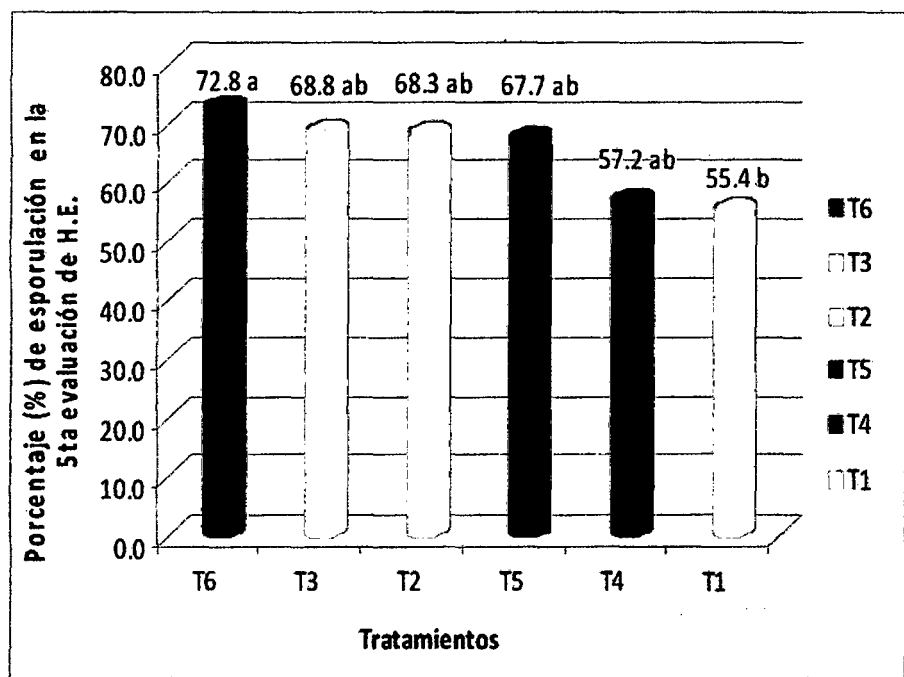


Gráfico N° 21: PRUEBA DE DUNCAN PARA PORCENTAJE DE ESPORULACIÓN, QUINTA EVALUACIÓN, A LOS 12 DÍAS DESPUES DE LA SEGUNDA APLICACIÓN, POR HONGOS TRATAMIENTOS.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la discusión de resultados se consideró el análisis de varianza general (ANVA) para efectos simples, el coeficiente de determinación (R^2), el Coeficiente de Variabilidad (CV) y la prueba de Duncan con nivel de significancia de 95%.

Los resultados del ANVA para evaluación de la población de cigarritas antes de la aplicación de los hongos en estudio, población de cigarritas a los 2; 9 y 16 días después de la primera aplicación, y a los 2 y 9 días después de la segunda aplicación, así como la esporulación a los 5; 12 y 19 días después de la primera aplicación y, a los 5 y 12 días después de la segunda aplicación, no fueron significativos estadísticamente. A excepción del porcentaje de esporulación a los 12 días después de la segunda aplicación, que tuvo diferencia estadística. A pesar de ello, existen diferencias numéricas entre estos tratamientos, los que nos servirán para hacer las discusiones.

6.1. Evaluación de la población de cigarritas antes de la aplicación.

El análisis de varianza para la población de cigarritas antes de la aplicación, mostrado en el cuadro N° 6, nos indica que el promedio aritmético de los tratamientos no son significativamente diferentes.

Un $R^2 = 55,62$ que es medio, nos indica que el efecto de tratamientos influye en esa magnitud a los resultados del trabajo. Es decir, la variación total se debe en un 55,62% a la variación de los tratamientos en estudio.

El gráfico N°. 1 muestra una diferencia de poblaciones de cigarritas en cada una de las parcelas destinadas a la aplicación de los tratamientos, así tenemos en T1 con 100 cigarritas; T2 con 81; T3 con 71,8; T4 con 77; T5 con 77,5 y T6 con 82,3; datos que nos servirán para la comparación con los demás resultados.

6.2. Número de cigarritas colectadas a los 2 días después de la primera aplicación.

El análisis de varianza para el número de cigarritas colectadas a los 2 días después de la primera aplicación, mostrado en el cuadro N°. 7, nos indica que el promedio aritmético de los tratamientos no son significativamente diferentes, mediante la prueba de Duncan, con un nivel de significancia (α) = 0,05.

Un $R^2 = 59,37$ que es medio, nos indica que el efecto de tratamientos influye en ese porcentaje a los resultados del trabajo. Es decir, la variación total se debe en un 59,37% a la variación de los tratamientos en estudio.

El gráfico N°. 2 de la prueba de Duncan para el número de cigarritas colectadas a los 2 días después de la primera aplicación por hongo entomopatógeno, indica que no existe diferencia entre los dos hongos, confirmando las diferencias no significativas del análisis de varianza. Realizando la diferenciación numérica, comparamos con la población inicial y notamos que existe menor cantidad de cigarritas presentes en esta evaluación, tal es el caso que para el tratamiento con *Beauveria bassiana* de 84,33 cigarritas encontradas antes de los tratamientos, se obtiene 56 cigarritas y, para *Metarhizium anisopliae* de 78,92 se obtiene 49,8. Se observa que *Metarhizium anisopliae* tiene un mejor efecto pues presenta menos cigarritas que *Beauveria bassiana*, no obstante que a los dos días después de la aplicación no es posible que tengan mucho efecto sobre las cigarritas.

El gráfico N°. 3 de la prueba de Duncan para el número de cigarritas colectadas a los 2 días después de la primera aplicación, para tratamientos, indica que no existe diferencia entre los tratamientos, confirmando las no diferencias significativas del análisis de varianza. A pesar de ello se puede notar que la población de las cigarritas en cada una de las parcelas tratadas es menor a las encontradas antes de la primera aplicación, así tenemos que en T1 de 100 cigarritas encontradas antes de la aplicación de los hongos, se obtiene 73,75 cigarritas; en T2 de 81 se obtiene 55; en T3 de 71,8 se obtiene 38; en T4 de 77 se obtiene 48,5; en T5 de 77,5 se obtiene 45,5 y en T6 de 82,3 se obtiene

55,25. La diferencia numérica de los tratamientos, de mayor a menor cantidad de cigarritas colectadas es T1 (*B. bassiana* a dosis baja); T6 (*M. anisopliae* a dosis alta); T2 (*B. bassiana* a dosis media); T4 (*M. anisopliae* a dosis baja); T5 (*M. anisopliae* a dosis media) y al último T3 (*B. bassiana* a dosis alta).

Aparentemente el mejor tratamiento es T3 (*B. bassiana* a dosis alta) con menor cantidad de cigarritas encontradas y T1 (*B. bassiana* a dosis baja) el que más cigarritas presentó, posiblemente debido a la mayor cantidad de dosis de los hongos aplicados.

6.3. Número de cigarritas colectadas a los 9 días después de la primera aplicación.

El análisis de varianza para el número de cigarritas colectadas a los 9 días después de la primera aplicación, mostrado en el cuadro N°. 8, nos indica que el promedio aritmético de los tratamientos no son significativamente diferentes, mediante la prueba de Duncan, con un nivel de significancia (α) = 0,05.

Un $R^2 = 71,84$ que es alto, nos indica que el efecto de tratamientos influye en ese porcentaje a los resultados del trabajo. Es decir, la variación total se debe en un 71,84% a la variación de los tratamientos en estudio.

El gráfico N°. 4 de la prueba de Duncan para en número de cigarritas colectadas a los 9 días después de la primera aplicación por hongos entomopatógenos, indica que no existe diferencia entre ellos, confirmando las no diferencias significativas del análisis de varianza. A pesar de ello se puede notar que la población de las cigarritas antes de la aplicación es mayor que las encontradas en esta evaluación, así, para *Beauveria bassiana* de 84,33 se obtiene 30,2 y para *Metarhizium anisopliae* de 78,92 se obtiene 32,0. Se observa que *Beauveria bassiana* tiene un aparente mejor comportamiento que *Metarhizium anisopliae*. A partir de esta evaluación si es posible argumentar la acción de los hongos, corroborando con lo dicho en la teoría.

En el gráfico N° 5 de la prueba de Duncan para el número de cigarritas colectadas a los 9 días después de la primera aplicación por tratamientos, indica que no existe diferencia entre ellos, sin embargo observamos que con respecto a la población sin aplicación hay menor población colectada, en T1 de 100 cigarritas se obtiene 34,75; en T2 de 81 se obtiene 29; en T3 de 71,8 se obtiene 26,75; en T4 de 77 se obtiene 39,25; en T5 de 77,5 se obtiene 33,25 y en T6 de 82,3 se obtiene 23,5.

El mayor número de cigarritas encontradas se da en T4 (*M. anisopliae* a dosis baja), seguidos de T1 (*B. bassiana* a dosis baja); T5 (*M. anisopliae* a dosis media); T2 (*B. bassiana* a dosis media); T3 (*B. bassiana* a dosis alta) y T6 (*M. anisopliae* a dosis alta).

En el gráfico N° 05, también se observa que el menor efecto lo obtuvieron dosis bajas de ambos hongos (T4 y T1), seguido de las dosis medias (T5 y T2), respondiendo mejor las dosis altas (T3 y T6), corroborando con la anterior evaluación.

6.4. Número de cigarritas colectadas a los 16 días después de la primera aplicación.

El análisis de varianza para el número de cigarritas colectadas a los 16 días después de la primera aplicación, mostrado en el cuadro N° 9, nos indica que el promedio aritmético de los tratamientos no son significativamente diferentes, mediante la prueba de Duncan, con un nivel de significancia (α) = 0,05.

Un $R^2 = 58,91$ que es medio, nos indica que el efecto de tratamientos influye en ese porcentaje a los resultados del trabajo. Es decir, la variación total se debe en un 58,91% a la variación de los tratamientos en estudio.

El gráfico N°. 6 de la prueba de Duncan para en número de cigarritas colectadas a los 16 días después de la primera aplicación por hongos entomopatógenos, indica que no existe diferencia entre ellos, confirmando las no diferencias significativas del análisis de varianza. A pesar de ello se puede notar que la población de las cigarritas antes de la aplicación es mayor que las

encontradas, para *Beauveria bassiana* de 84,33 se obtiene 42,4 y para *Metarhizium anisopliae* de 78,92 se obtiene 52,0.

Se observa que en esta evaluación *Beauveria bassiana* tiene una aparente mejor repuesta y más control que *Metarhizium anisopliae*, al igual que en la evaluación a los 9 días después de la aplicación.

En el gráfico N° 7 de la prueba de Duncan para el número de cigarritas colectadas a los 16 días después de la primera aplicación por tratamientos, indica que no existe diferencia entre ellos, sin embargo observamos que con respecto a la población sin aplicación hay menor población colectada, en T1 de 100 se obtiene 33; en T2 de 81 se obtiene 52,8; en T3 de 71,8 se obtiene 41,5; en T4 de 77 se obtiene 60,0; en T5 de 77,5 se obtiene 43,5 y en T6 de 82,3 se obtiene 52,5.

Podemos observar que la dosis baja de *B. bassiana* (T1) y la dosis alta de *B. bassiana* (T3) tienen mejor control, en comparación a la dosis media de *M. anisopliae* (T5) y dosis alta de *M. anisopliae* (T6) y con aparente menor efecto se encuentra la dosis media de *B. bassiana* (T2) y la dosis baja de *M. anisopliae* (T4), en esta evaluación podemos notar que se comportan mejor las dosis baja de *B. bassiana*.

6.5. Número de cigarritas colectadas a los 2 días después de la segunda aplicación.

El análisis de varianza para el número de cigarritas colectadas a los 2 días después de la segunda aplicación, mostrado en el cuadro N°. 10, nos indica que el promedio aritmético de los tratamientos no son significativamente diferentes, mediante la prueba de Duncan, con un nivel de significancia (α) = 0,05.

Un $R^2 = 21,51$ que es bajo, nos indica que el efecto de tratamientos influye en ese porcentaje a los resultados del trabajo. Es decir, la variación total se debe en un 21,51% a la variación de los tratamientos en estudio.

El gráfico N°. 8 de la prueba de Duncan para en número de cigarritas colectadas a los 2 días después de la segunda aplicación por hongos entomopatógenos, indica que no existe diferencia entre ellos, confirmando las no diferencias significativas del análisis de varianza. A pesar de ello se puede notar que la población de las cigarritas antes de la aplicación es mayor que las encontradas, para *Beauveria bassiana* de 84,33 se obtiene 35,8 y para *Metarhizium anisopliae* de 78,92 se obtiene 34,3.

Podemos observar que aparentemente *Metarhizium anisopliae* tiene algo mejor de control que *Beauveria bassiana*.

En el gráfico N° 9 de la prueba de Duncan para en número de cigarritas colectadas a los 2 días después de la segunda aplicación por tratamientos, indica que no existe diferencia entre ellos, sin embargo observamos que con respecto a la población sin aplicación hay menor población colectada, en T1 de 100 se obtiene 46,5; en T2 de 81 se obtiene 28,8; en T3 de 71,8 se obtiene 32,3; en T4 de 77 se obtiene 33,3; en T5 de 77,5 se obtiene 33,0 y en T6 de 82,3 se obtiene 36,8.

Podemos mencionar que las dosis media y alta de *Beauveria bassiana* (T2 y T3) son las que responden algo mejor que los demás tratamientos.

6.6. Número de cigarritas colectadas a los 9 días después de la segunda aplicación.

El análisis de varianza para el número de cigarritas colectadas a los 9 días después de la segunda aplicación, mostrado en el cuadro N°. 11, nos indica que el promedio aritmético de los tratamientos no son significativamente diferentes, mediante la prueba de Duncan, con un nivel de significancia (α) = 0,05.

Un $R^2 = 59,65$ que es medio, nos indica que el efecto de tratamientos influye en ese porcentaje a los resultados del trabajo. Es decir, la variación total se debe en un 59,65% a la variación de los tratamientos en estudio.

El gráfico N°. 10 de la prueba de Duncan para en número de cigarritas colectadas a los 9 días después de la segunda aplicación por hongos entomopatógenos, indica que no existe diferencia entre ellos, confirmando las no diferencias significativas del análisis de varianza. A pesar de ello se puede notar que la población de las cigarritas encontradas en esta evaluación comparadas con la población inicial antes de la aplicación es mayor, para *Beauveria bassiana* de 84,33 se obtiene 33,3 y para *Metarhizium anisopliae* de 78,92 se obtiene 23,7.

Podemos mencionar que *Metarhizium anisopliae* presenta menor presencia de insectos que *Beauveria bassiana*.

En el gráfico N° 11 de la prueba de Duncan para en número de cigarritas colectadas a los 9 días después de la segunda aplicación por tratamientos, indica que no existe diferencia entre ellos, sin embargo observamos que con respecto a la población sin aplicación hay menor población colectada, en T1 de 100 se obtiene 29,8; en T2 de 81 se obtiene 23,8; en T3 de 71,8 se obtiene 46,0; en T4 de 77 se obtiene 29,5; en T5 de 77,5 se obtiene 17,8 y en T6 de 82,3 se obtiene 32,3.

Observamos que la dosis media de *Metarhizium anisopliae* (T5) y la dosis media de *Beauveria bassiana* (T2) son las que menor número de insectos presentaron, en comparación a la dosis alta de *Beauveria bassiana* (T6) y dosis alta de *Metarhizium anisopliae* (T3) que mayor número de insectos presentaron.

6.7. Porcentaje de esporulación a los 5 días después de la primera aplicación.

El análisis de varianza para el porcentaje de esporulación, a los 5 días después de la primera aplicación, mostrado en el cuadro N°. 12, nos indica que el promedio aritmético de los tratamientos no son significativamente diferentes, mediante la prueba de Duncan, con un nivel de significancia (α) = 0,05.

Un $R^2 = 43,57$ que es medio, nos indica que el efecto de tratamientos influye en ese porcentaje a los resultados del trabajo. Es decir, la variación total se debe en un 43,57% a la variación de los tratamientos en estudio.

El gráfico N°. 12 de la prueba de Duncan para el porcentaje de esporulación a los 5 días después de la primera aplicación, por hongos entomopatógenos, indica que no existe diferencia entre ellos, pues ambos tienen la misma letra, confirmando las no diferencias significativas del análisis de varianza.

Beauveria bassiana presenta 19,37% y *Metarhizium anisopliae* presenta 21,68%. Aparentemente mejor esporula *Metarhizium anisopliae*.

En el gráfico N° 13 de la prueba de Duncan para el porcentaje de esporulación a los 5 días después de la primera aplicación, por tratamientos, indica que no existe diferencia entre ellos.

Aún sin diferenciación estadística podemos observar que el tratamiento T5 (*M. anisopliae* a dosis media) es el que obtiene mayor porcentaje de esporulación con 25,65; en segundo lugar T3 (*B. bassiana* a dosis alta) con 23,1% y T6 (*M. anisopliae* a dosis alta) con 23,1%; en tercer lugar T2 (*B. bassiana* a dosis media) con 19,9%; en cuarto lugar T4 (*M. anisopliae* a dosis baja) con 16,3% y, en último lugar T1 (*B. bassiana* a dosis baja) con 15,0%.

6.8. Porcentaje de esporulación a los 12 días después de la primera aplicación.

El análisis de varianza para el porcentaje de esporulación, a los 12 días después de la primera aplicación, mostrado en el cuadro N°. 13, nos indica que el promedio aritmético de los tratamientos no son significativamente diferentes, mediante la prueba de Duncan, con un nivel de significancia (α) = 0,05.

Un $R^2 = 35,85$ que es bajo, nos indica que el efecto de tratamientos influye en ese porcentaje a los resultados del trabajo. Es decir, la variación total se debe en un 35,85% a la variación de los tratamientos en estudio.

El gráfico N°. 14 de la prueba de Duncan para el porcentaje de esporulación a los 12 días después de la primera aplicación, por hongos entomopatógenos, indica que no existe diferencia entre ellos, confirmando las no diferencias significativas del análisis de varianza. *Beauveria bassiana* presenta 53,8% y *Metarhizium anisopliae* presenta 53,4%.

En el gráfico N° 15 de la prueba de Duncan para el porcentaje de esporulación a los 12 días después de la primera aplicación, por tratamientos, indica que no existe diferencia entre ellos.

Aún sin diferenciación estadística podemos observar que el tratamiento T6 (*M. anisopliae* a dosis alta) es el que obtiene mayor porcentaje de esporulación con 59,8%; en segundo lugar T1 (*B. bassiana* a dosis baja) con 54,4%; en tercer lugar T3 (*B. bassiana* a dosis alta) con 53,9%; en cuarto lugar T2 (*B. bassiana* a dosis media) con 51,9%; en quinto lugar T4 (*M. anisopliae* a dosis baja) con 51,3% y, en último lugar T5 (*M. anisopliae* a dosis media) con 50,2%.

6.9. Porcentaje de esporulación a los 19 días después de la primera aplicación.

El análisis de varianza para el porcentaje de esporulación, a los 19 días después de la primera aplicación, mostrado en el cuadro N°. 14, nos indica que el promedio aritmético de los tratamientos no son significativamente diferentes, mediante la prueba de Duncan, con un nivel de significancia (α) = 0,05.

Un $R^2 = 40,68$ que es medio, nos indica que el efecto de tratamientos influye en ese porcentaje a los resultados del trabajo. Es decir, la variación total se debe en un 40,68% a la variación de los tratamientos en estudio.

El gráfico N°. 16 de la prueba de Duncan para el porcentaje de esporulación a los 19 días después de la primera aplicación, por hongos entomopatógenos, indica que no existe diferencia entre ellos, confirmando las no diferencias significativas del análisis de varianza. *Beauveria bassiana* presenta 42,8% y *Metarhizium anisopliae* presenta 41,1%.

En el gráfico N° 17 de la prueba de Duncan para el porcentaje de esporulación a los 19 días después de la primera aplicación, por tratamientos, indica que no existe diferencia entre ellos.

Aún sin diferenciación estadística podemos observar que el tratamiento T6 (*M. anisopliae* a dosis alta) es el que obtiene mayor porcentaje de esporulación con 45,8%; en segundo lugar T5 (*M. anisopliae* a dosis media) con 45,1%; en tercer lugar T3 (*B. bassiana* a dosis alta) con 44,6%; en cuarto lugar T1 (*B. bassiana* a dosis baja) con 43,8%; en quinto lugar T2 (*B. bassiana* a dosis media) con 40,1% y, en último lugar T4 (*M. anisopliae* a dosis baja) con 32,5%.

6.10. Porcentaje de esporulación a los 5 días después de la segunda aplicación.

El análisis de varianza para el porcentaje de esporulación, a los 5 días después de la segunda aplicación, mostrado en el cuadro N°. 15, nos indica que el promedio aritmético de los tratamientos no son significativamente diferentes, mediante la prueba de Duncan, con un nivel de significancia (α) = 0,05.

Un $R^2 = 24,26$ que es medio, nos indica que el efecto de tratamientos influye en ese porcentaje a los resultados del trabajo. Es decir, la variación total se debe en un 24,26% a la variación de los tratamientos en estudio.

El gráfico N°. 18 de la prueba de Duncan para el porcentaje de esporulación a los 5 días después de la segunda aplicación, por hongos entomopatógenos, indica que no existe diferencia entre ellos, confirmando las no diferencias significativas del análisis de varianza. Aparentemente *Beauveria bassiana* presenta mayor esporulación (54,8%) que *Metarhizium anisopliae* (51,3%).

En el gráfico N° 19 de la prueba de Duncan para el porcentaje de esporulación a los 5 días después de la segunda aplicación, por tratamientos, indica que no existe diferencia entre ellos.

Aún sin diferenciación estadística podemos observar que el tratamiento T4 (*M. anisopliae* a dosis baja) con 59,3% es el que mejor esporulación presenta, seguidos de, T3 (*B. bassiana* a dosis alta) con 56,8%; T2 (*B. bassiana* a dosis media) con 56,1%; T5 (*M. anisopliae* a dosis media) con 54,1%; T6 (*M. anisopliae* a dosis alta) 50,9% y en último lugar a T1 (*B. bassiana* a dosis baja) con 41,1%.

6.11. Porcentaje de esporulación a los 12 días después de la segunda aplicación.

El análisis de varianza para el porcentaje de esporulación, a los 12 días después de la segunda aplicación, mostrado en el cuadro N°. 16, nos indica que el promedio aritmético del tratamiento para hongos entomopatógenos no es significativamente diferente, para el caso del tratamiento de dosis de aplicación es significativo estadísticamente, mediante la prueba de Duncan, con un nivel de significancia (α) = 0,05.

Un $R^2 = 47,1$ que es medio, nos indica que el efecto de tratamientos influye en ese porcentaje a los resultados del trabajo. Es decir, la variación total se debe en un 47,1% a la variación de los tratamientos en estudio.

El gráfico N°. 20 de la prueba de Duncan para el porcentaje de esporulación a los 12 días después de la segunda aplicación, por hongos entomopatógenos, indica que no existe diferencia entre ellos, confirmando las no diferencias significativas del análisis de varianza. Numéricamente *Metarhizium anisopliae* (65,9%) presenta mejor esporulación que *Beauveria bassiana* (64,2%).

En el gráfico N° 21 de la prueba de Duncan para el porcentaje de esporulación a los 12 días después de la segunda aplicación, por tratamientos, indica que existen diferencia entre el tratamiento T6 con los tratamientos T3, T2, T5, T4 y T1. Son iguales los tratamientos T3, T2; T5 y T4.

Con esta diferenciación estadística podemos decir que el mejor tratamiento fue T6 (*M. anisopliae* a dosis alta) con 72,8% de esporulación en cigarritas y el que menor esporulación tuvo fue T1 (*B. bassiana* a dosis baja) con 55,4% de esporulación.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1.** La cantidad de cigarritas encontradas en cada parcela, antes de la aplicación de los hongos entomopatógenos, fue superior al máximo número que reporta la escala de evaluación (Grado 6 = más de 50 cigarritas por planta).
- 7.2.** La dosis que obtuvo mayor efecto en el control de cigarrita verde, es el tratamiento T5 (*Metarhizium anisopliae* a dosis media = 3 bolsas ó 2,4 kg. x 200 litros de agua), donde se obtuvo 17,8 cigarritas en promedio por parcela.
- 7.3.** La dosis que reportó mayor esporulación en los insectos evaluados, fue T6, (*Metarhizium anisopliae* + Dosis alta = 4 bolsas ó 3,2 kg. x 200 litros de agua), quien reportó un mayor porcentaje, con 72,8 %.

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1. Realizar aplicaciones de *Metarhizium anisopliae* a dosis medias a dosis media = 3 bolsas ó 2,4 kg. x 200 litros de agua para controlar *Empoasca* sp, durante toda la etapa fenológica del cultivo.
- 8.2. Realizar trabajos de investigación teniendo bajo otras épocas diferentes a las realizadas en el presente trabajo de investigación, para poder interrelacionar los factores humedad relativa y temperatura, que influyen en el desarrollo de los hongos entomopatógenos en la región San Martín.
- 8.3. Realizar estudios del comportamiento del hongo nativo en el lugar detectado y en áreas aledañas, para conocer mejor su potencial.
- 8.5. Estudiar la posibilidad de iniciar el control de la plaga a nivel de huevo para romper el ciclo del insecto y de esa manera tener resultados mas eficientes.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. ALFONSO, J. A. 2008. Manual para el cultivo de piñón (*Jatropha curcas*) en Honduras, La Lima, Cortés, Honduras.
2. ALVES, y OTROS, 1996. Utilización de hongos entomopatógenos. In ALEXOPOULUS, C. J. 1985. Introducción a la micología. Editorial OMEGA. Barcelona, España. Pp. 212 - 223.
3. ARGUEDAS, M. 2009. Eficacia del hongo entomopatógeno *Metharizium anisopliae* en el control de *Boophilus microplus*, Agronomía Costarricense 32(2): 137-147. ISSN:0377-9424 / 2008, Pagina Web: www.senasa.gob.pe/hongosentomopatógenos/módulos/JER/JER_Interna.aspx
4. BARNETT, H. and HUNTER, B. 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. APS PRESS. Minesota, EE.UU. 65 p.
5. BAYER CORP 2008, Descripción de *Empoasca kraemeri*, Pagina web: www.bayercropscience.com.pe/web/index.aspx?artículo=739
6. CALZADA, J. 1980. 143 Frutales Nativos. Universidad nacional Agraria La Molina. Lima Perú.
7. BIO – NICA 2010, Hongo Entomopatógeno *Beauveria bassiana*, Pagina web: www.bio-nica.info/biblioteca/EPABeauveriaBassiana
8. CAÑEDO, V. y T. AMES, 2004. Manual de Laboratorio para el Manejo de Hongos Entomopatógenos. Lima, Perú; Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima, Perú, 62 p. Página Web: www.cipotato.org/library/pdfdocs/AN65216
9. CARBALLO, M. 1996. Evaluación de la mortalidad de *C. sordidus* (Germar) por efecto de diferentes formulaciones de *Beauveria bassiana* (Bals). In

congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas y V taller latinoamericano sobre moscas blancas y geminivirus (6, 1996, Acapulco, México). P. 148.

10. CASTELLANOS, D. 1997. Importancia en la patogenicidad de la acción enzimática del hongo *Beauveria bassiana* sobre la cicadelidos. Revista Colombiana de Entomología 23 (1-2): 65-71.
11. CEPROBI. 2006. Técnicas Energéticas en *Jatropha curcas*, Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ingeniería.
12. CHARNLEY, A. 1984. Aspectos fisiológicos de la patogénesis destructiva en insectos por hongos: una revisión especulativa. Cambridge University Press. Cambridge. Pp. 229-270.
13. COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE (CMI). 1979. *Beauveria bassiana*. Descriptions of Pathogenic Fungi and Bacteria. England. N° 602 - 603.
14. DE LA VEGA, J. A. 2006. *Jatropha curcas* – Agro energía, consultor independiente en Agro proyectos y agro energía, México.
15. ECHEVERRÍA, R. 2007. "Piñón Blanco. Planta oleaginosa para la producción de aceite vegetal", Tarapoto: EEA "El Porvenir".
16. FERRON, P. 1978. El control biológico de insectos plagas por los hongos entomopatógenos. En: Revista Anual de la entomología. 23:409-442.
17. GONZÁLEZ, D. 2008. Cultivo del piñón manso o *Jatropha*. Suplemento Rural. ABD Digital
18. HAJEK, A. E; LEGER, R.J.ST. 1994. Interactions between fungal pathogens and insect hosts. Annual Review of Entomology 39:293-322.

19. JOERDENS R, D. 2007, Piñón, *Jatropha curcas* una opción para Perú de generar energía renovable - Cooperación Técnica Alemana gtz
20. LECUONA, R. E. Sa. Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga. Argentina. Talleres gráficos Mariano. 338p.
21. LEÓN, J. 1987. Botánica de los Cultivos Tropicales IICA San José de Costa Rica.
22. MARTINEZ, E. 2011. Guía ilustrada de plantas medicinales existentes en México para preparar tinturas, México
23. PÉREZ, C.N. 2004. Manejo Ecológico de Plagas. Centro de Estudios de Desarrollo Agrario y Rural – CEDAR.296 pp
24. SAMSON, R. A, Evans, H. C and J.P. Latgé. 1988. Atlas de los hongos entomopatógenos. Springer Verlag, Berlín.
25. SANDINO, M. 2003. Descripción y usos de los hongos antagónicos *Metharrizium anisopliae*.
26. SARMIENTO, J. & SÁNCHEZ, G. 1997. Criterios básicos para la Evaluación de Plagas y Enfermedades. Departamento de Entomología y Fitopatología. UNALAM. Lima – Perú.
27. SENASA. 2010. Características generales de los hongos entomopatogenos. Página web: www.senasa.gob.pe/hongosentomopatogenos/
28. SIRJUSINGH, C; KERMARREC; A; MAULEON, H; LAVIS, C; ENTIENNE, J. 1992. Biological control of weenils and whitegrubs on bananas and sugarcane in the Caribbean, Florida Entomologist 75(4):548-562
29. SOLAGRO S.A.C, 2009, Presentación de productos entomopatógenos. Pagina web: www.solagro.com

30. TANADA, Y. H. K. KAYA. 1993. Patología de insectos. Academic Press, San Diego, California, EE.UU.: 666p.
31. TORRES, H. 2007. Productos derivados de la *Jatropha Curcas*. Guía de Investigación CIP 8. Lima, Perú. 12 p.
32. VERA, A. y CISNEROS, F. 1997. Los entomopatógenos: Formas de Producción y Aplicación, UNALM, Lima – Perú.
33. VIFINEX. 2003. Proyecto de la República de China – OIRSA. Enfermedades y artrópodos Asociados a los Cultivos en San Salvador. C. A., julio de 2003.
34. VICENTINI, S. and MAGALHAES, B. P. 1996. Infection of the grasshopper, *Rhammatocerus schistocercoides* Rehn by the entomopathogenic fungus, *Metarhizium anisopliae*. Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 25(2):309-314.
35. WAINWRIGHT, M. 1995. Introducción a la biotecnología de los hongos. Editorial Acribia. Zaragoza, España. Pp. 173 - 174.

ANEXOS

Foto N° 10: Poda de la parcela para la ejecución del Proyecto de Tesis.



Foto N° 11: Control de Maleza en la Parcela



Foto N° 12: Aplicando 100 cm³ de aceite agrícola.



Foto N° 13: Mezclando el aceite agrícola con el hongo entomopatógeno.



Foto N°14: Agregando 1 L de agua.



Foto N° 15 Colando el producto para que no pase los granos de arroz.



Foto N° 16: Colocando el producto ya hidratado en un cilindro de 200 L.



Foto N° 17: Producto (*Beauveria bassiana*), listo para su aplicación.



Foto N° 18: Producto (*Metarhizium anisopliae*), listo para su aplicación.



Foto N° 19: Aplicando los hongos entomopatógono en las parcelas.



Foto N° 20: Evaluaciones de población de cigarritas realizadas antes y después de las aplicaciones.



Foto N° 21: Cigarritas verdes en el envés de la hoja de piñón blanco.



Foto N° 22: Captura de Cigarritas con una red entomológica.



Foto N° 23: Conteo de Cigarritas capturadas.

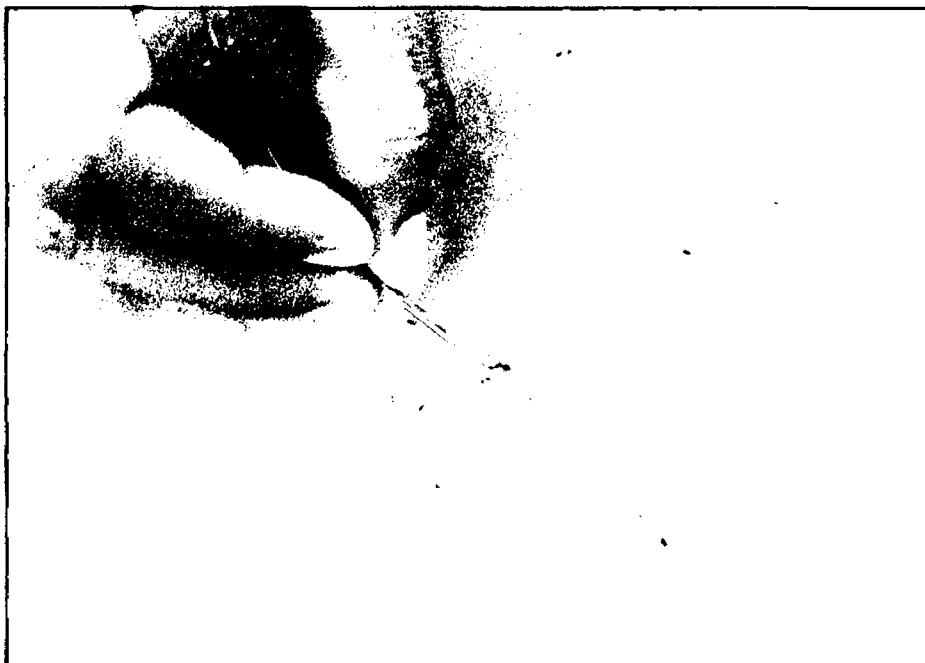


Foto N° 24: Colocando las Cigarritas en envases etiquetados.



Foto N° 25: Envases con Cigarritas distribuidos según el croquis de campo.



Foto N° 26: Cigarritas colocadas en cámaras húmedas para evaluar el porcentaje de esporulación.

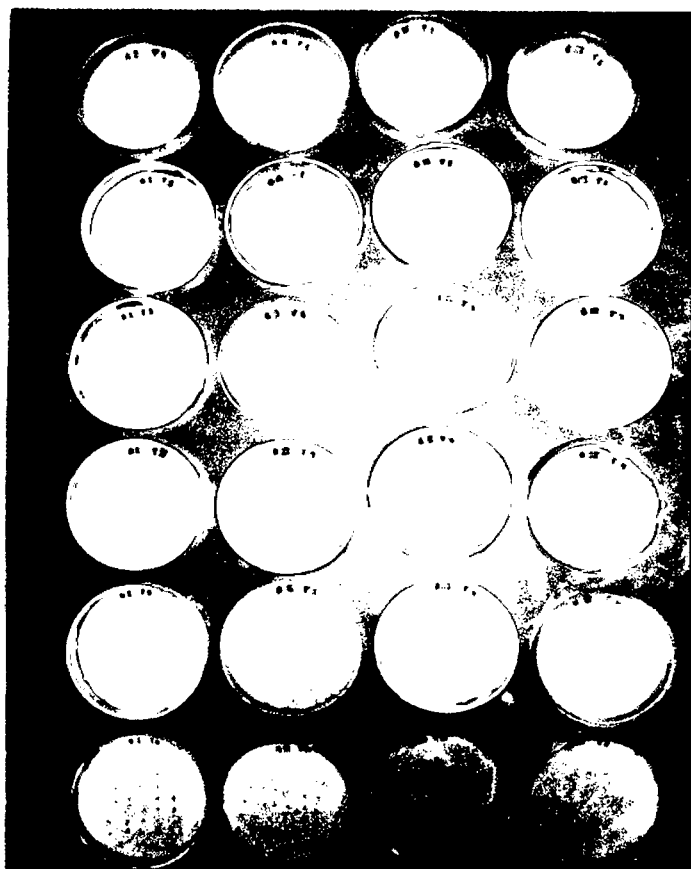


Foto N° 27: Observando la esporulación con ayuda del Estereomicroscopio.



Foto N° 28: Cigarritas parasitadas.

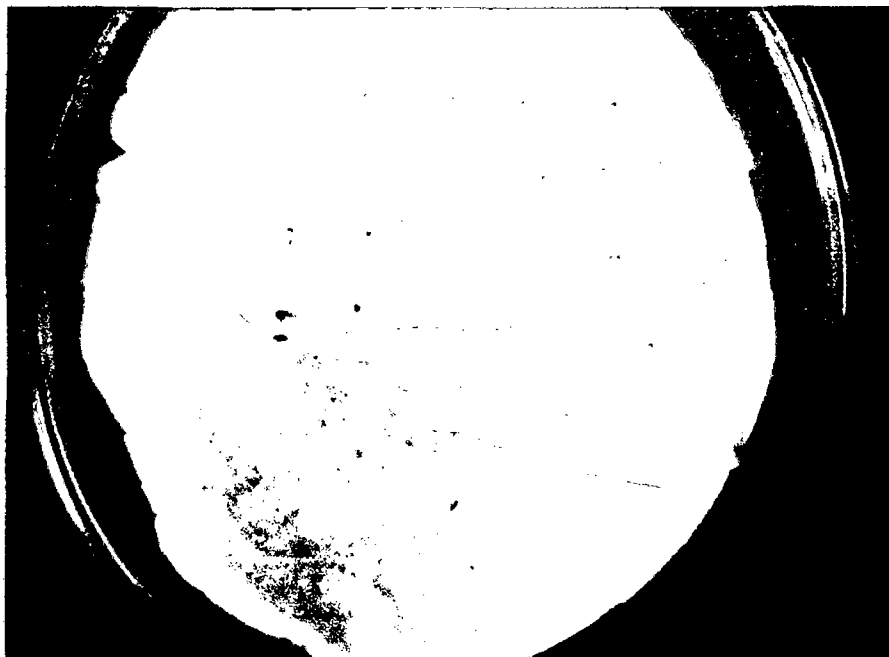


Foto N° 29: Imagen más cercana de Cigarritas parasitadas.

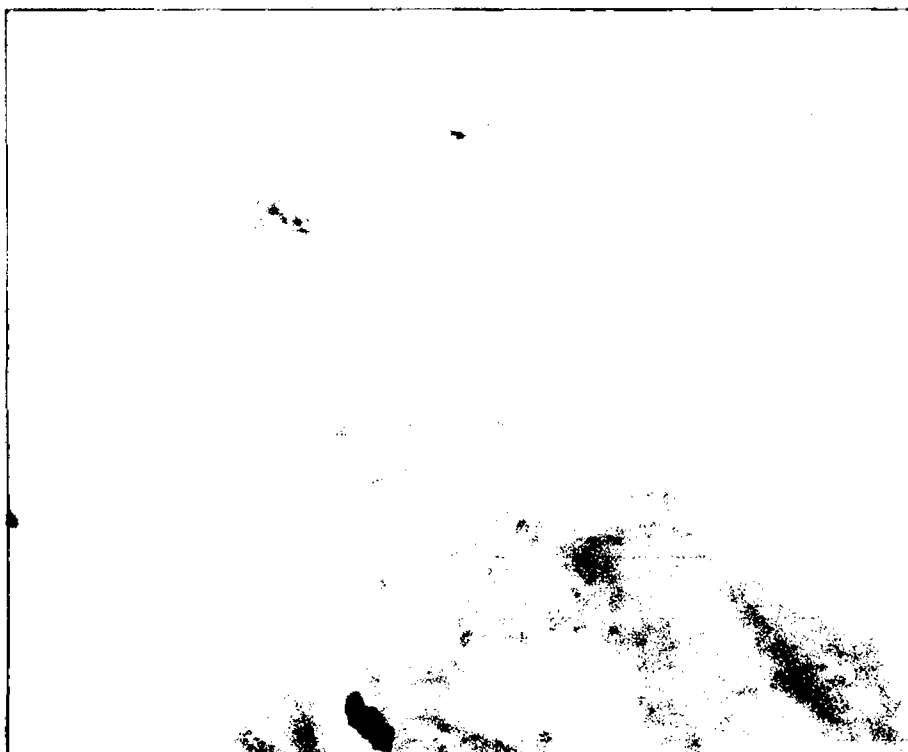


Foto N° 30: Vista del hongo entomopatígeno mediante el Estereomicrocopio.



Foto N° 31: Cigarrita infectada con *Metarhizium anisopliae*.



Foto N° 32: Vista del hongo entomopatógeno mediante el Estereomicroscopio.

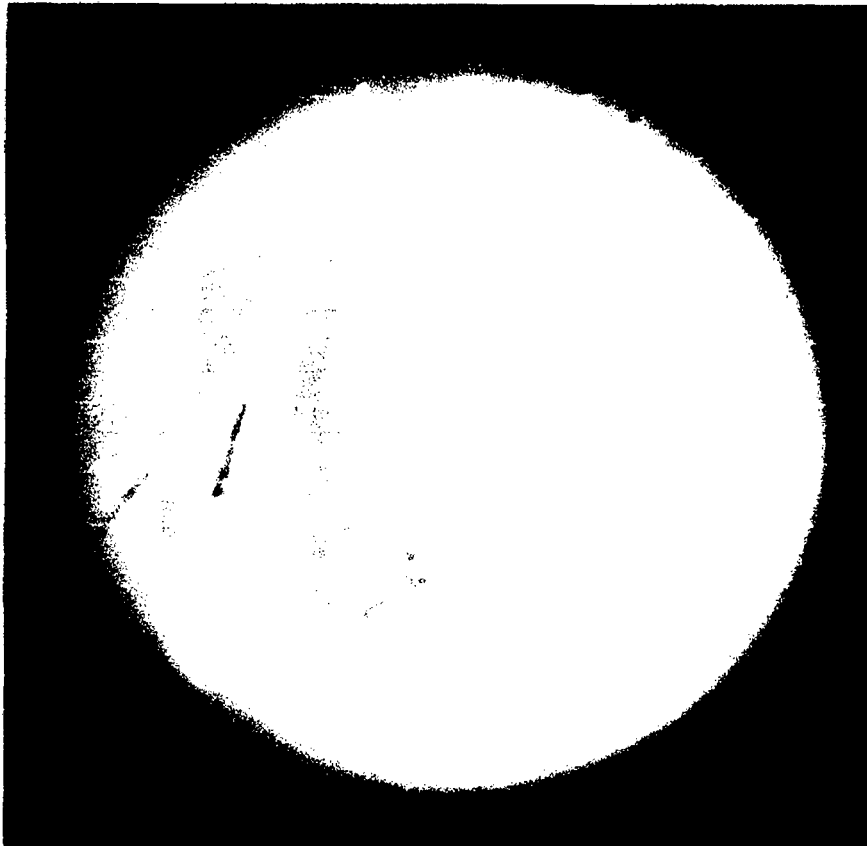
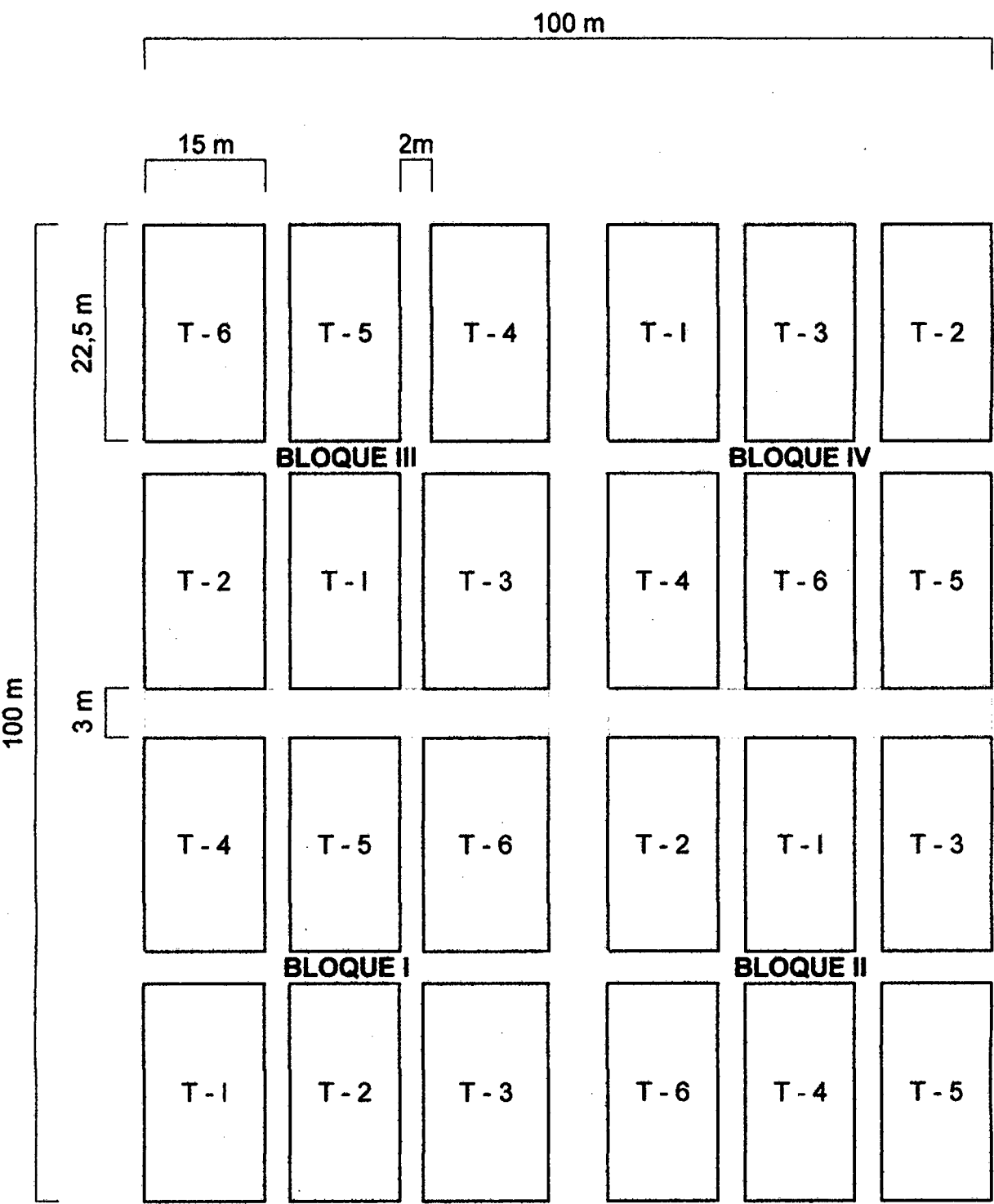


Foto N° 33: Insecto infectado con hongos entomopatógenos en campo



Gráfico N° 23: CROQUIS DE CAMPO



Cuadro N° 16: Datos climáticos del año 2010.

Año	Mes	Humedad %	Temp.Min. (C°)	Temp.Med. (C°)	Temp.Max. (C°)	Precip. (mm)
2010	Enero	69	21.9	27.9	34.4	57.9
	Febrero	71	22.3	27.8	33.8	97.6
	Marzo	74	22.3	27.2	32.9	101.7
	Abril	75	22.2	27.0	32.5	108.8
	Mayo	74	21.6	26.7	32.5	74.4
	Junio	74	20.2	26.0	32.4	60.1
	Julio	73	19.5	26.0	33.1	11.6
	Agosto	70	19.5	27.1	34.8	37.2
	Setiembre	69	21.0	27.9	35.5	40.1
	Octubre	71	21.9	27.7	34.4	153.2
	Noviembre	74	21.8	27.0	33.0	80.0
	Diciembre	71	21.7	27.5	33.8	96.7
TOTAL		72.1	21.3	27.2	30.7	919.3

Fuente: Instituto de Cultivos Tropicales 2010.